



ACTITUDES ESPAÑOLES ACERCA DE LOS COCHES AUTÓNOMOS

**Lluís Alberti Piulachs
Xing Pan**

**Máster en Marketing por la Universidad Autónoma de
Barcelona**

**Tutor
Jordi López-Sintas**

Barcelona, junio 2020

Agradecimientos

Agradecemos sinceramente a nuestro tutor Jordi por su apoyo y guía paciente. Nos ha brindado consejos muy constructivos en el proceso de redacción de nuestra tesis, especialmente en el proceso de análisis de R. Gracias a todos los profesores del Máster Universitario en Marketing, nos han dado muchos conocimientos valiosos en el último año. Gracias a la Universidad Autónoma de Barcelona por proporcionarnos un buen ambiente de aprendizaje. Gracias a todos los profesores por su arduo trabajo, pasamos un año muy significativo y agradable en la Universidad Autónoma de Barcelona.

Finalmente, queremos dar agradecimiento a nuestra familia y amigos que nos han estado apoyando y alentando. Sin todos ustedes este trabajo no habría sido posible.

¡Muchas gracias a todos!

Índice

El análisis del coche autónomo	1
Agradecimientos	2
Contenidos (Índice)	3
Resumen	5
1.Introducción	7
2. Marco teórico	10
2.1 Definición de los coches autónomos y los 6 niveles del coche autónomo	10
2.2 Las ventajas de coche autónomo	17
2.2.1 Reduce los accidentes de tráfico	17
2.2.2 Reduce la congestión del tráfico y ahorra tiempo	19
2.2.3 Ahorra energía, reduce la contaminación y protege el medioambiente	21
2.2.4 Proporciona una mejor experiencia de viaje	22
2.3 La utilidad del coche autónomo	23
2.3.1 Compartir coche y taxi	24
2.3.2 Vehículos de reparto y aplicaciones industriales	27
2.3.3 Personas mayores y discapacitados	31
2.4 Los obstáculos de desarrollar el coche autónomo	35
2.4.1 Dilema moral, el coche autónomo no puede elegir cuando se enfrenta a una situación de dilema moral	35
2.4.2 División de responsabilidades	39
2.4.3 Problemas técnicos y de privacidad	43
2.4.4 Aceptación de la sociedad	45
3.Análisis de la percepción y aceptación pública del coche autónomo	47
3.1 Datos	47
3.2 Análisis en R	48
3.3. Determinantes de utilizar el coche autónomo	57
3.4. Descripción de los segmentos	61
3.5. Utilidad para el Marketing	70
4. Conclusión	71
5. Bibliografía	75

Lista de figuras

Figura 1. Niveles de autonomía de un vehículo.....	16
Figura 2. Evolución de los servicios de transporte alternativos contra los tradicionales en EE.UU.....	26
Figura 3. El coche autónomo de Nuro.....	29
Figura 4. El coche autónomo de Aurrigo.....	33
Figura 5. Alpha de Safety.....	48
Figura 6. Alpha de Value.....	49
Figura 7. Alpha de Data.....	49
Figura 8. Correlación entre safety y value.....	50
Figura 9. Correlación entre las diferentes subvariables de intention.....	51
Figura 10. Número de factores necesarios para safety.....	52
Figura 11. Número de factores necesarios para intention.	53
Figura 12. Resumen de los loading de las variable safety y value para componente 1 y 2.....	54
Figura 13. Resumen de los loadings de intention para la componente 1.....	55
Figura 14. Matriz de estructura.....	56
Figura 15. Coeficientes de cada una de las variables en cada componente.....	58
Figura 16. Coeficientes de cada una de las variables en cada componente para el modelo con Interaction ICTS y License_Years.....	59
Figura 17. Cuadro de las diferentes variables clasificadas por segmentos.....	61
Figura 18. Ponderación de cada variable en cada uno de los segmentos.....	66

Resumen

La tecnología está cambiando nuestras vidas. Uno de los logros tecnológicos más importantes recientemente es el coche autónomo. El desarrollo del coche autónomo comenzó mucho antes de lo que nos pensamos, en 1925, Francis P Houdina, el fundador de Houdina Radio Control, creó un coche teledirigido que fue capaz de recorrer 19 kilómetros partiendo de Broadway, el vehículo era capaz de girar, acelerar y frenar sin necesidad de conductor.

Gracias a los avances posteriores en la electrónica, a partir de 1980 vuelve otra vez el sueño de crear un coche autónomo. En este punto, cabe destacar el Eureka Proyecto PROMETEO, un programa europeo de conducción automóvil autónoma que recibió la friolera de 749 millones de euros en inversión de I+D. Numerosas universidades y fabricantes de automóviles han participado en este proyecto. Eric Dickmanns, cabeza del proyecto y pionero del coche autónomo, creó la furgoneta VAMP que recorrió más de 1000 km por las autopistas de París. En el año 2007 se finalizó primera prueba de referencia para la conducción autónoma en entornos urbanos realistas, es decir, la *Darpa Grand Challenge*, muchos de los participantes de esta prueba acabaron en Google para desarrollar el proyecto secreto de coche autónomo. Desde entonces, coches de diferentes compañías como Baidu y Google, han cubierto miles de kilómetros de conducción autónoma en carretera real. Hoy en día, cada vez hay más empresas que están desarrollando el coche autónomo, existen nuevos competidores como Lyft y Uber a los que se

añaden los clásicos como Google y Baidu. Además, con el desarrollo de la tecnología 5G que puede proporcionar cálculos precisos y rápidos, el coche autónomo será cada vez más confiable.

Los avances de la tecnología de los coches autónomos nos ofrecen una solución única para muchos de los problemas actuales en el transporte. No cabe duda de que la tecnología de vehículos autónomos será cada vez más importante y se aplicará a nuestra vida diaria más pronto que tarde. Sin embargo, también existen unos obstáculos que frenan la adopción del coche autónomo. Y la actitud del público es un factor muy grave. En nuestro artículo, vamos a hacer unos análisis sobre la percepción y aceptación del público del coche autónomo.

Palabras claves

Conducción autónoma, tecnología innovación, la aceptación de público

1.Introducción

A medida que la población continúa creciendo y el ritmo de envejecimiento de la población se acelera, es necesario el desarrollo de la ciencia y la tecnología, de buscar nuevos modos más eficientes de consumo. La aparición de la conducción autónoma hace que nuestra vida sea más cómoda, además permite solucionar diversas necesidades de la población en materia de movilidad. También con el objetivo de crear un transporte sostenible, seguro y eficiente, los desarrollos tecnológicos de la conducción autónoma proporcionan soluciones a muchos dilemas a los que la humanidad se debe enfrentar. A diferencia de los automóviles tradicionales, los coches autónomos se basan en potentes sistemas de recopilación y análisis de datos, por lo que el utilitario se convierte así, en una supercomputadora con ruedas. Actualmente, hay muchas empresas como Google, Tesla, GM y Baidu, las cuales ya han completado varias pruebas de conducción autónoma. Los coches autónomos están acelerando hacia nuestras vidas.

Los vehículos autónomos ofrecen una amplia gama de beneficios, en términos de seguridad, eficiencia, impactos ambientales y mayor movilidad. En primer lugar, los vehículos autónomos hacen que la conducción sea más segura. La *National Highway Traffic Safety Association* estima que el error humano es la razón principal de los accidentes de tráfico, puesto que más del 90% de los accidentes tráfico son causados por errores humanos, el factor humano es de gran importancia para evitarlos. Los coches autónomos

probablemente pueden eliminar el factor humano de los accidentes automovilísticos. Sin embargo, no todos los accidentes se evitarán, y algunos choques requerirán que los coches autónomos tomen decisiones éticas difíciles, sobretodo en aquellos casos que involucren daños inevitables, el coche deberá elegir la mejor opción, que es aquella que minimiza los daños. En segundo lugar, en términos de eficiencia de tiempo, los vehículos autónomos pueden reducir la congestión, así pues, se puede llegar antes al destino aumentando la productividad de la sociedad. Los coches autónomos permiten a los "conductores" liberar el tiempo tradicionalmente dedicado a monitorear las carreteras, permitiéndoles usar su tiempo de manera más efectiva, por ejemplo, se pueden hacer actividades como dormir, leer el periódico o trabajar mientras el coche ya conduce por nosotros.

Más allá de los beneficios potenciales en términos de seguridad, eficiencia y comodidad, también deben considerarse los riesgos potenciales de las nuevas tecnologías de conducción. Por ejemplo, el dilema moral, que queda muy bien representado con el *dilema del tranvía*, qué vía debe escoger el coche cuando en ambas vías hay riesgo de atropello, qué criterio debe ser el del coche autónomo, estas cuestiones son muy importantes a la hora de desarrollar esta tecnología. Además, existe el problema de las reglas de tráfico, por ejemplo, los coches no circulan por la acera, pero si es necesario circular por ahí para salvar la vida de un niño, cómo se comportaría el coche autónomo en esta situación extrema, son incógnitas que se deben solventar con la implantación de esta tecnología. También es necesario pensar en los nuevos problemas que traerá el coche autónomo. A pesar de las diferentes incógnitas ya citadas, nadie puede detener el desarrollo y la popularización

de conducción autónoma. Lo que debemos hacer es descubrir las razones que obstaculizan su desarrollo y encontrar soluciones.

Entre esos obstáculos, la percepción y aceptación del público es muy importante. A pesar de sus numerosas ventajas, las personas a menudo se muestran reacias a adoptar nuevas tecnologías; en este artículo, exploramos las percepciones de riesgo hacia la conducción conectada y autónoma en comparación con la conducción convencional y la aceptación a vehículos autónomos de diferentes grupos. Nuestro objetivo es comprender quién utilizará los vehículos autónomos en diversos escenarios y obtener información sobre sus dudas y cómo hacer que pierdan ese miedo por probar el coche autónomo. Las actitudes individuales con respecto a los coches autónomos son importantes ya que la disposición que tengan a adoptar esta tecnología, guiará a las empresas en su inversión en I+D y afectará por tanto, a la velocidad de desarrollo del coche autónomo. Por supuesto, a través del análisis de los resultados de la investigación, nuestro objetivo final es encontrar qué factores afectan en la predisposición a adoptar esta tecnología. Los hallazgos contribuyen a la comprensión de cómo se percibe el riesgo de la conducción autónoma, un hecho fundamental para fomentar una implementación exitosa de conducción autónoma en el mercado y promocionar su uso.

2. Marco teórico

2.1 Definición de los coches autónomos y los 6 niveles del coche autónomo

Es muy importante destacar que existen diferentes tipos de niveles de autonomía dentro de lo que es un coche autónomo. Desde el nivel 0 que es el coche que depende totalmente del conductor, hasta el nivel 5 donde el conductor puede leer un libro mientras el coche conduce por él, es decir, totalmente autónomo.

La NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) creó una clasificación primero con 5 niveles de conducción autónoma, desde el nivel 0 al nivel 4. En el año 2014 la SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices) creó una clasificación diferente, su escala tiene seis niveles de automatización, de 0 a 5, y se focaliza más en el nivel de atención e intervención del humano en la conducción. Hoy en día se está extendiendo y aceptando cada vez más el estándar creado por la SAE, de hecho la NHTSA ha adoptado este sistema de clasificación en septiembre de 2016, abandonando el suyo propio. En nuestro artículo, discutiremos de acuerdo con los criterios de clasificación de SAE. De acuerdo al estándar SAE, hay cuatro aspectos fundamentales para determinar el nivel de automatización de los vehículos. En primer lugar, Quién se encarga del movimiento del vehículo, el humano o la máquina. El movimiento se diferencia entre longitudinal y lateral, si el coche puede acelerar, frenar y elegir la dirección de forma autónoma. En segundo lugar,

quién (el humano o el coche) se encarga de monitorizar el entorno del vehículo durante la conducción y quién se encarga de dar respuesta ante objetos y eventualidades. En tercer lugar, si el humano necesita encargarse del respaldo de la conducción, cuando falla los sistemas automatizados, o ante la pérdida de las condiciones para su funcionamiento. Por último, Si el sistema de conducción automatizada funciona en todo caso, o solo en ciertas condiciones que lo limitan (SAE, 2014). Cuando en específicas condiciones, por ejemplo, si hay niebla espesa, ¿el coche autónomo sigue funcionando?

Según la SAE, coche autónomo se puede dividir en seis niveles. En primer lugar, Nivel 0: No hay ningún tipo de automoción, el conductor se encarga de hacer todas las tareas, el coche se mueve gracias a la actuación humana. En el nivel 0, el conductor debe mantener un alto grado de atención durante la conducción y debe ser responsable de arrancar, frenar, operar y observar las condiciones de la carretera. Aunque en este nivel, ya hay algunos sistemas de conducción asistida, como la advertencia de colisión, la advertencia de cambio de carril y el limpiaparabrisas automático. En este nivel, la asistencia al conductor se limita básicamente a realizar advertencias, el coche no puede realizar ninguna acción en la que pueda controlar el vehículo de alguna forma. Actualmente, ya no se producen este tipo de coches, ya que son de una tecnología desfasada. Si hacemos una analogía extrema, un automóvil de nivel 0 es casi como un sofá con cuatro ruedas.

En segundo lugar, tenemos el nivel 1 de autonomía, en este punto el vehículo ya cuenta con algún sistema de automatización de la conducción, ya sea para el control del movimiento longitudinal, ya sea para el control del movimiento

lateral, pero no ambas cosas a la vez. El conductor controla principalmente el vehículo, pero en momentos específicos el sistema inteligente intervendrá en el control del automóvil. Por ejemplo, el control electrónico de estabilidad, también conocido como ESP, es un sistema de seguridad activa que actúa cuando se alcanza un límite de adherencia crítico. El sistema ayuda al conductor a controlar el vehículo frenando las ruedas de manera individual y ajustando la potencia del motor. Para ello utiliza diferentes sensores que miden el ángulo de dirección, la velocidad de giro de las ruedas y el ángulo de giro y aceleración transversal. Si se produce un sobreviraje o un subviraje, por ejemplo, al derrapar circulando en superficies resbaladizas o al realizar una maniobra evasiva, interviene en fracciones de segundo para actuar en los frenos del vehículo de manera selectiva en cada rueda y regular la entrega del par del motor para estabilizar (Motor.es, 2015). Además, hay otra tecnología muy importante que se llama Sistema Antibloqueo de Frenos, también conocido como ABS (Anti-lock Braking System). El ABS funciona de manera conjunta con el sistema de frenado tradicional del vehículo. Consiste en una bomba que se incorpora a los circuitos del líquido de frenos y en una serie de detectores que controlan las revoluciones de las ruedas (El blog de Endado, 2014). En caso de detectar una frenada brusca o que, una o varias ruedas reducen repentinamente sus revoluciones, el ABS entrará en acción e interpretará que las ruedas están a punto de quedar bloqueadas sin que el vehículo se haya detenido. Por lo tanto, esto quiere decir que el vehículo comenzará deslizarse sobre la calzada sin control y sin que podamos modificar su trayectoria. Para que esta situación no tenga lugar, los mencionados sensores envían una señal al Módulo de Control del sistema ABS, el cual reduce la presión realizada sobre los frenos, sin que intervenga

en ello el conductor, facilitando el control del coche (WIKIPEDIA, 2020). En general, el rendimiento de seguridad de los automóviles de nivel 1 se ha mejorado considerablemente. Aunque el sistema no cuenta con detección y respuesta ante objetos y eventualidades de manera completa, la máquina ya puede reconocer vehículos.

Ahora vamos a hablar de nivel 2, la mayor diferencia entre los automóviles de nivel 1 y nivel 2 es si el sistema puede controlar el movimiento longitudinal y lateral del vehículo al mismo tiempo, los vehículos de nivel 2 lo pueden hacer a la vez. En este nivel, el vehículo tendrá capacidad de actuar de forma independiente ya que puede realizar una o varias tareas relativas al movimiento. Ciertamente, el vehículo cuenta con control de movimiento tanto longitudinal como lateral, aunque no tiene detección y respuesta ante objetos, por tanto, la concentración del conductor aún es necesaria. Cuando ocurre una situación inesperada, el conductor necesita tomar rápidamente el volante para realizar la maniobra correspondiente. Dentro de este nivel, los sistemas automáticos de conducción aún no pueden reconocer los gestos de los peatones, el conductor sigue siendo conductor y debe estar atento a todo lo que sucede.

El nivel 3 es considerado un salto tecnológico de gran magnitud. La mayor diferencia entre los autos de nivel 2 y nivel 3 es si el conductor necesita monitorear las condiciones actuales de la carretera. En el nivel 3, el conductor no necesita concentrarse en las condiciones de la carretera, sino que sólo deberá asumir el control del vehículo cuando el sistema lo solicite. En este nivel el sistema ya cuenta con detección y respuesta ante objetos y

eventualidades de manera completa. En pocas palabras, el sistema de conducción automática reemplaza al conductor en la mayoría de casos, y solamente es necesaria su intervención en casos aislados. Los conductores se llegan a convertir pasajeros y el humano no necesita monitorizar constante de la calzada. Se puede definir el nivel 3 como una conducción automática en determinados escenarios. Por ejemplo, un estándar de este nivel es el Audi A8 con la función Traffic Pilot que permite la conducción autónoma cuando se conduce a una velocidad igual o menor a 60 kilómetros por hora. Si lo permite la ley local, el sistema de hace cargo del coche hasta que advierte al conductor que se haga cargo nuevamente. Este es el nivel más alto de capacidad de conducción automática entre los modelos producidos en masa en todo el mundo (20 minutos, 2017).

El nivel 4, que se llama autónomo condicionado, en este nivel el coche no requiere conductor y circulará sólo si los sensores le ofrecen toda la información. El sistema cuenta con detección y respuesta ante objetos y eventualidades de manera completa, incluye detectar la gestión de los peatones. Ya no es necesario un usuario preparado para intervenir si el sistema lo solicita o se produce un fallo. El propio sistema de automatización de la conducción cuenta con un sistema de respaldo para actuar en caso de fallo del sistema principal y poder conducir hasta una situación de riesgo mínimo. Sin embargo, el funcionamiento del sistema sigue limitado a ciertas condiciones y por tanto el vehículo puede encontrarse en situaciones en las que no pueda seguir conduciendo (XATAKA, 2017). En generalidad, en este nivel no requiere un conductor convencional, pero probablemente en muy pocas condiciones el coche necesita ayuda. Ford y Volvo ya han anunciado

que en su plan de desarrollo está la puesta a la venta de este tipo de coches a mediado de 2021.

Finalmente, el nivel 5, que será el nivel más alto de conducción autónoma. También es la conducción autónoma que este artículo discutirá. En el nivel 5, no hay condiciones específicas limitantes para el funcionamiento del sistema, y por tanto el vehículo podría seguir conduciendo en todo momento o circunstancia. No necesitamos realizar ninguna operación en el automóvil. Podemos concentrarnos en leer en el automóvil. Solamente existe el requisito de que el coche disponga de toda la información necesaria para transitar por esa zona, en este nivel se agrupan los coches de Google que hacen pruebas por diferentes estados americanos. Para poder implantar este nivel son necesarios cambios regulatorios, y el Parlamento Europeo ya ha declarado que hasta 2030 es imposible que se vean coches de nivel 5. Podemos ver un resumen de cada una de las características en el cuadro siguiente:

Figura 1. Niveles de autonomía de un vehículo.



Fuente 20 Minutos¹

Cabe destacar que la clasificación de vehículos autónomos que hace la SAE, es decir, la Sociedad de Ingenieros de Automoción, es diferente, añadiendo un nivel, ya que la escala va de 1 a 6, pero es muy parecida a la que aplica la administración americana.

2.2 Las ventajas de coche autónomo

Mientras los vehículos que se lanzan al mercado vayan aumentando sus niveles de autonomía. Hoy en día, en el mercado podemos encontrar vehículo con cierto nivel de autonomía, oscilando entre los niveles 1 y 3. A lo largo de los años, esta tecnología en desarrollo se irá implantando en nuestras calles y se convertirá en una realidad. No hay duda de que nuestra

¹ <https://www.20minutos.es/noticia/2825372/0/clasificacion-coches-autonomos/>

vida se cambiará por esta tecnología. La implantación de la tecnología del coche autónomo evitará atascos de tráfico, y por tanto, permitirá un flujo de vehículos más eficientes y ecológicos. La *experiencia de conducción* será mucho más cómoda y agradable que ahora, ya que se podrá realizar cualquier actividad mientras estamos en el vehículo, sin tener que prestar atención a la carretera. Pero lo más importante es que el coche autónomo puede reducir los accidentes de tráfico.

2.2.1 Reduce los accidentes de tráfico

Los accidentes de tráfico es un problema muy clave en la sociedad moderna, que ha causado una gran cantidad de víctimas y pérdidas de propiedad. Según la Organización Mundial de la Salud, 1,24 millones de personas mueren anualmente debido a accidentes de tráfico. Se estima que las muertes de tráfico cuestan 260 mil millones dólares cada año y que las lesiones por accidentes representan otros 365 mil millones dólares. Esto representa un total de 625 mil millones dólares anuales de muertes y lesiones en carreteras. Y la mayoría de los accidentes de tráfico son provocados por errores humanos. Hay estudio muestra que sobre 90% de los accidentes son por culpa del ser humano. Obviamente, no es fácil superar los defectos de seres humanos. Lo que podemos hacer es diseñar un tipo de coche más seguro y no requiere tanto intervención de seres humanos (Owczarzak, L.; Zak, J. 2015). Hay muchas empresas han trabajado mucho desde hace tiempo para que la tecnología pueda ayudarnos a vivir de manera mejor. Y la conducción autónoma es una solución en cuanto a la seguridad vial. Los vehículos autónomos serán sin duda más seguros gracias a eliminar

en gran parte el factor humano a la hora de tomar decisiones, además, los ordenadores no se cansan. Se ha calculado que de un 20 al 30% de los accidentes de tráfico se relacionan de uno u otro modo con la fatiga (DGT, 2014), que está demostrando que la fatiga es un elemento importante en los accidentes de tráfico. En cuanto a los coches autónomos, los accidentes se reducirán notablemente, hasta casi desaparecer, ya que la tecnología estará testada y no incumplirá las normas de conducción, como excesos de velocidad, adelantamientos peligrosos, superar la tasa de alcoholemia, etc. Según datos del Banco Mundial, en la década de 2035 a 2045 los coches autónomos podrían evitar la muerte de 585.000 personas. Éstos conducirán de manera más eficiente y segura gracias a que integran sistemas de comunicación inteligentes en los vehículos que permiten el intercambio de datos de sensores entre los usuarios de la carretera, éstas interacciones evitarán sin duda alguna, una gran mayoría de accidentes.

El coche autónomo es mucho más preciso que los humanos. Es como un computador con cuatro ruedas. En el campo del reconocimiento facial, por ejemplo, los humanos tienen una tasa de error del 0,8 del uno por ciento, mientras que las computadoras con software de reconocimiento de imágenes tienen un error de sólo el 0,23 del uno por ciento. Y en términos de visibilidad (distancia de visión segura), los humanos pueden ver a 50 metros de distancia, en comparación con los 200 metros que pueden observar los vehículos autónomos equipados con rayos láser y cámaras LiDAR (Darrell M. West, 2016).

Según los ingenieros de Baidu, los conductores tardan 1.2 segundos en ver a un objeto en la carretera y presionar los frenos, mucho más que los 0.2 segundos que bastarían para el ordenador de a bordo. Esta diferencia significa que, si el automóvil recorre 120 kilómetros por hora, se necesitaría para un humano, unos 40 metros para detener el vehículo en comparación con 6,7 metros para el ordenador a bordo. En muchos accidentes, esa brecha sería la diferencia entre la vida y la muerte de los pasajeros. Además, mientras el humano solo puede controlar visualmente una parte del entorno, el coche autónomo tiene la capacidad de hacerlo en sus 360 grados. Se estima que, en 2050, gracias al uso generalizado del coche autónomo, la siniestralidad podrá reducirse en más de un 80% (Eva Fernández, 2018).

2.2.2 Reduce la congestión del tráfico y ahorra tiempo

La congestión del tráfico es un problema en prácticamente todas las grandes áreas metropolitanas. Según INRIX Global Traffic Scorecard, en Madrid, una persona puede invertir unas 42 horas anuales en atascos. Esto no es lo peor, en las ciudades más congestionadas del mundo, como Los Ángeles , una persona puede pasar 102 horas en atascos al año, en otra ciudad de Estados Unidos, Nueva York, la situación es lo mismo, la persona promedio necesita usar 91 horas de embotellamiento cada año. En Europa, la ciudad más congestionada son Moscú y Londres. En estas dos ciudades, una persona puede invertir 91 horas y 74 horas en atascos. En cuanto a las ciudades de Latinoamérica, Sao Paulo es la ciudad más congestionada, requiere 86 horas en atasco al año. En Asia, la congestión de tráfico también es un problema muy grave, hay 35 ciudades en China que tienen más de un millón de

automóviles en la carretera; 10 ciudades tienen más de dos millones. En las zonas urbanas más concurridas del país, alrededor del 75% de todas las carreteras sufren congestión en las horas pico (Diálogo Chino, 2018).

Además, hay estudio muestra que entre el 23 y el 45 por ciento de la congestión del tráfico metropolitano ocurre en las intersecciones. Los semáforos y las señales de stop son ineficientes porque son dispositivos estáticos que no tienen en cuenta los flujos de tráfico. Las luces están preprogramadas para permanecer verdes o rojas durante intervalos establecidos, independientemente de cuánto tráfico provenga de las diferentes direcciones. Una vez que los vehículos autónomos se incorporen gradualmente y representan una gran parte del tráfico, los sensores montados en el automóvil podrán operar junto con un Sistema Inteligente de Tráfico para optimizar el flujo de tráfico en las intersecciones. Los intervalos de tiempo para las luces verdes o rojas serán dinámicos y variarán en tiempo real, dependiendo de la cantidad de tráfico que circula por las carreteras. Este hecho, aliviará la congestión, ya que supone una mejora en la eficiencia de los flujos vehiculares.

Además, se debe prestar atención al hecho de que el rápido crecimiento de la población urbana provoca que los problemas de estacionamiento sean cada vez más graves, especialmente en las grandes ciudades, a menudo es difícil encontrar espacios de estacionamiento. Hay muchos informes revelan que en la mayoría de los países los vehículos actualmente pasan más del 90% de sus vidas estacionados y sin uso. En España, los coches están de media aparcados casi el 97 % del tiempo, es decir, el coche particular sólo está en

funcionamiento 260 horas al año, es decir, apenas llega a usarse el 3 % de las 8.760 horas que tiene un año de 365 días (Alfonso Sanz Alduán, 2016). De hecho, esto conducirá a un uso irracional serio de los recursos. En un lado, nos cuestan mucho para encontrar un aparcamiento. En otro lado, los coches ocupan garajes en áreas densamente pobladas durante mucho tiempo. Los coches autónomos se pueden estacionar ellos mismos en zonas rurales, permitiendo crear nuevos carriles de circulación en el arcén establecido como zona de estacionamiento.

2.2.3 Ahorra energía, reduce la contaminación y protege el medioambiente

El hecho de disponer de automóvil propio es algo esencial para millones de personas en el mundo. Pero debido a la contaminación que genera y la energía que consume, también es una amenaza para la vida y la salud. Sin lugar a dudas, el uso del automóvil es uno de los factores más importantes que favorecen la contaminación del aire. Según un estudio de RAND, la tecnología de vehículos autónomos puede mejorar el ahorro de combustible, aumentar la eficiencia en el consumo de gasolina, mejorando entre un 4 a un 10 por ciento, gracias al acelerar y desacelerar de una forma más progresiva. El coche autónomo es mucho más eficiente que el coche tradicional y, por lo tanto, podría reducir el consumo de recursos y el impacto ambiental. Hay estudio muestra que la conducción autónoma puede llegar a reducir las emisiones de los vehículos hasta un 94%. La conducción conectada puede reducir o evitar la congestión en las carreteras. Esta

interconectividad se puede utilizar para mejorar la seguridad del tráfico, optimizar el flujo del tráfico y reducir las emisiones de CO₂, ya que los vehículos pueden intercambiar datos y coordinar la velocidad de conducción, las características de frenado y las distancias entre los vehículos. Otro de los elementos a tener en cuenta, es que, gracias a este aumento de seguridad, se podrían obviar muchos elementos de seguridad, como por ejemplo los airbags, con lo que se reduciría el peso del coche y en consecuencia, también el consumo, lo que conlleva indudablemente, menos contaminación para el medio ambiente.

2.2.4 Proporciona una mejor experiencia de viaje

En los viajes tradicionales, siempre se debe estar atento a lo que sucede en la carretera, especialmente en los trayectos largos, el hecho de conducir provoca gran fatiga. La llegada del automóvil autónomo conlleva que puedas relajarte durante el viaje. En los modelos de mayor nivel de autonomía -el cinco-, se supone que la intervención del conductor no es necesaria en ningún momento, por lo tanto, el interior del coche se podrá hacer todo lo que quiere, se podrá dormir, leer el periódico o hablar con los amigos. Pero también como oficina, por ejemplo, para maximizar el tiempo de trabajo (HackerCar, 2020). La ventaja de la comodidad es uno de los puntos fuertes del coche autónomo, ya que es muy obvio, el consumidor lo primero que piensa es en esta ventaja al pensar en el coche autónomo.

2.3 La utilidad del coche autónomo

Se espera que el mercado de vehículos autónomos sea bastante grande en las próximas décadas. IHS Markit predice que China venderá un estimado de 14.5 millones de autos autónomos para 2040, en un volumen global total de alrededor de 33 millones de unidades. Los analistas de la industria creen que el mercado chino de ventas de automóviles, autobuses, taxis y servicios de transporte relacionados tendrá un valor potencial de más de 1.5 trillones dólares al año (Darrell M. West, 2016).

Boston Consulting Group anticipa que tomará entre 15 y 20 años para que los vehículos autónomos alcancen una tasa de penetración de mercado global del 25 por ciento. Dado que, en el año 2020, hay empresas, como Baidu que ya ha lanzado su taxi autónomo en el mercado, eso significa que los vehículos autónomos constituirán el 25% del mercado global entre 2035 y 2040. Es probable que los vehículos autónomos se extiendan en diferentes nichos de mercado antes de que se vuelvan antes de que lleguen al consumo de masas. La fábrica de automóviles sueca, Volvo Cars, afirmó que anticipa generar un tercio de sus ventas anuales con autos autónomos más o menos a partir de 2025 (El Financiero, 2020). Antes de que los autos autónomos se vuelvan populares en el vasto mercado de consumo, primero pueden ingresar a algunos nichos de mercado. Debido a la adición de cámaras, sensores, láseres y sistemas de inteligencia artificial, el costo inicial de los vehículos automatizados puede ser alto, lo que excluye a los consumidores comunes (Fagnant and Kockelman, 2015). Las empresas y algunos segmentos se posicionan como primeros usuarios. Los clientes más

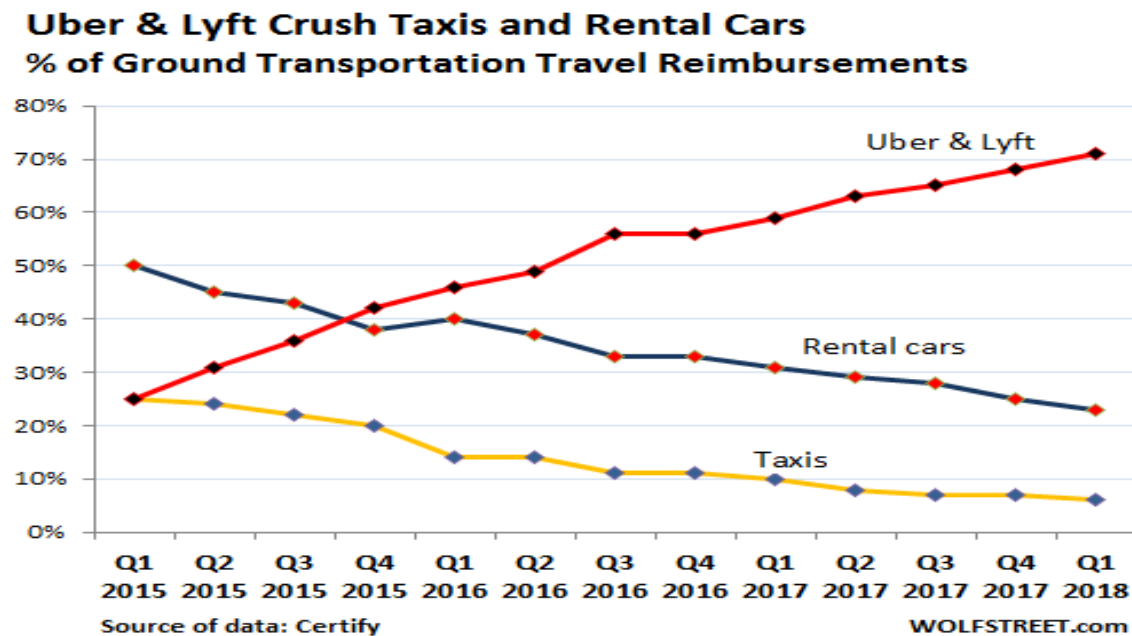
probables incluyen autos compartidos, autobuses, taxis, camiones, vehículos de entrega, aplicaciones industriales y transporte para personas mayores y discapacitadas.

2.3.1 Compartir coche y taxi

En la actualidad, la tecnología de conducción autónoma está volviendo cada vez más madura y, en el futuro, habrá cada vez más automóviles sin conductor en la carretera. Sin embargo, las personas siempre tienen una sensación de miedo a las cosas nuevas, miedo a cambiar el status quo. Aunque en comparación con los automóviles tradicionales, los coches autónomos son más seguros, el deseo de la gente de comprar este tipo de automóvil sigue siendo relativamente bajo. Los accidentes de tráfico causados por los automóviles sin conductor han causado una gran preocupación. El miedo excesivo a las nuevas tecnologías ha traído grandes dificultades a la promoción del mercado de los coches autónomos. Como dijo el CEO de Tesla, Elon Musk: El accidente de tráfico causado por la conducción autónoma de Tesla no tiene ningún valor en comparación con los 1,2 millones de muertes causadas por humanos cada año. Si aconseja a las personas que no utilicen la conducción sin conductor, en realidad los están matando. Es muy importante de encontrar una manera de resolver la contradicción entre la tendencia de desarrollo irreversible de las nuevas tecnologías y las preocupaciones subjetivas de las personas. En este caso, el primer uso de coches autónomos en compartir coche, taxis y otros campos similares será una elección muy acertada.

También vemos que las compañías de viajes compartidos están muy interesadas en los vehículos autónomos. Todas las principales compañías de viajes compartidos están explorando el uso de vehículos sin conductor. La popularidad que tienen Uber y Lyft en los Estados Unidos, el servicio Mytaxi, Hailo de Daimler, y Didi en China demuestran la viabilidad de esta opción de transporte. Uber se lanzó en 2010 y tiene una valoración de 68 mil millones dólares, opera en 90 ciudades estadounidenses y en muchos otros lugares del mundo. Junto con Volvo, ha lanzado vehículos autónomos en Pittsburgh y lentamente reemplazará al menos a algunos de sus unos millones de conductores (Expansión, 2016).

Figura 2. Evolución de los servicios de transporte alternativos contra los tradicionales en EE.UU.



Fuente Certify, a través de Wolfstreet.²

² <https://www.certify.com/PR-2019-07-25-Certify-Ride-Hailing-Report-Uber-and-Lyft-Achieve-Record-Popularity>

Para vehículos automáticos compartidos, el costo fijo (capital) de poseer un automóvil no existirá. Se espera que el costo del viaje financiero sea significativamente más bajo que el costo actual de acceder a los servicios de taxi, principalmente debido a los costos operativos más bajos. Especialmente en los países desarrollados, el salario del taxista representa una proporción muy grande del costo total. Por ejemplo, en Zurich el coste de un taxista representa el 88% de los costes operativos del taxi (Méndez Álvaro, 2017). No hay duda de que la aplicación de automóviles autónomos en el campo de los automóviles compartidos y los taxis es un requisito objetivo para empujarlos al mercado. También traerá beneficios a las compañías de taxis y a los consumidores.

2.3.2 Vehículos de reparto y aplicaciones industriales

El comercio electrónico ha tenido una gran explosión durante estos últimos años, esto ha sido una bendición para las empresas de entrega a domicilio. A la gente le gusta pedir cosas electrónicamente y luego recibir la entrega en cuestión de horas, resulta como, rápido y fácil. En España, la compra online no para de crecer año tras año a muy buen ritmo. En el año 2018 la facturación a través de comercio electrónico ha conseguido un total de más de 41.500 millones de Euros. Esta gigantesca cifra ha sido un 32% superior a la facturación ecommerce en España en 2017 (Ecommercerentable, 2020). En el año 2020, debido al Covid-19, cuando el comercio tradicional está en un momento muy difícil, el comercio electrónico está avanzando de forma muy rápida, en España, seis de cada diez consumidores declaran gastar más

en sus compras online durante el confinamiento (El observatorio Cetelem, 2020). La inmediatez de entrega de la compra es una de las condiciones que hace que los consumidores se decanten por una tienda o por otra. De ahí que las empresas logísticas están invirtiendo más en infraestructuras para mejorar los tiempos de envío y facilitar la recepción de las compras online.

En julio de 2014, Daimler mostró su nuevo camión sin conductor Mercedes-Benz en la autopista alemana por primera vez, y en 2015 en Nevada, Estados Unidos realizó la primera prueba de manejo oficial del mundo del camión sin conductor. Tesla también lanzó su producto que se llama Semi, un camión totalmente eléctrico. También hay más otras compañías que están desarrollando sus propios camiones sin conductor. En agosto de 2017, la conducción autónoma logró gran éxito en la industria de la logística. AutoX lanzó un nuevo servicio de entrega autónomo en California: AutoX Autonomous Delivery. La velocidad de entrega de este servicio puede ser de hasta 120 km / h. Hay estudio muestra que en el área de operación de prueba inicial de este servicio, desde la llamada del usuario hasta la llegada del coche autónomo, la entrega se completa en solo diez minutos. AutoX ha creado una plataforma operativa independiente para conectar proveedores de alimentos frescos. A través de la aplicación proporcionada por AutoX, los usuarios pueden seleccionar productos en diferentes tiendas de alimentos frescos y reservar servicios de entrega de vehículos autónomos en el momento que elijan. Del mismo modo, desde noviembre de 2017, Uber Rush ha comenzado a usar camiones sin conductor para entregar mercancías en todo Arizona en los Estados Unidos (La Vanguardia, 2018). En 2018, la misteriosa compañía de robótica de Silicon Valley, Nuro, desarrolló de forma

independiente autos sin conductor, se asoció con Kroger, la cadena de supermercados de alimentos frescos más grande del mundo, y lanzó un servicio de entrega sin conductor en Arizona. En 2020, bajo el grave impacto de la epidemia Covid-9, la tecnología de conducción autónoma ha acelerado su desarrollo y desempeñado un papel muy importante en la distribución de materiales en la zona de aislamiento.

Figura 3. El coche autónomo de Nuro.



Fuente. Nuro³

³ <https://nuro.ai/product>

No hay duda de que la madurez de la tecnología de conducción autónoma definitivamente traerá grandes cambios a la industria de la logística. En primer lugar, el uso de la conducción autónoma puede reducir significativamente el costo de la industria de logística. El uso de la conducción autónoma en lugar de los conductores convencionales puede ahorrar una gran cantidad de costos de la industria cada año, especialmente en países desarrollados y regiones donde los costos laborales son caros, el costo de los salarios de los correos en las empresas ocupa una proporción muy grande. En segundo lugar, la conducción autónoma puede mejorar el nivel de seguridad de la industria de logística. Los datos muestran que los vehículos de carga con menos del 13% de la participación en el mercado de vehículos automotores han causado el 30.5% de los accidentes de tráfico y el 48.23% de las muertes. El sistema de conducción autónoma puede evitar efectivamente la fatiga, mejorar en gran medida el nivel de seguridad de la industria y reducir los accidentes de tráfico. Tercero, la conducción autónoma puede lograr una distribución logística más eficiente y rápida. La investigación muestra que se espera que para 2050, con la ayuda de la tecnología conducción autónoma y la inteligencia artificial, el trabajo de logística como carga, descarga, transporte, recepción y almacenamiento sea reemplazado gradualmente por coches autónomos y robots, y se espera que la velocidad de entrega del producto aumente en un 60% (Silicon, 2018).

2.3.3 Personas mayores y discapacitados

Representan Dos nichos del mercado de consumo donde la utilización del coche autónomo es obvia. Ambos colectivos tienen restricciones de

movilidad por culpa de las limitaciones físicas y agudeza visual, y por lo tanto, el vehículo autónomo les otorga beneficios claros. Según la Organización Mundial de la Salud, entre 2000 y 2050, la proporción de los habitantes del planeta mayores de 60 años se duplicará, pasando del 11% al 22%. En números absolutos, este grupo de edad pasará de 605 millones a 2000 millones en el transcurso de medio siglo y la mayoría de éstos eventualmente dejarán de conducir por sí mismos. Por lo tanto, se deben identificar formas de mantener a los adultos mayores de manera segura en el asiento del conductor. Se espera que la población de personas mayores de los EE. UU. aumente hasta más de 80 millones para 2050, o el 20 por ciento de la población general. En ese momento, habrá el doble de personas de la tercera edad que actualmente, y un tercio de estas personas tendrán problemas de movilidad. La misma situación se está desarrollando en China. Para 2050, se estima que las personas mayores constituirán el 33% de la población general. En Japón, alrededor del 40 por ciento de su población tendrá 65 años o más para 2060 (Naciones Unidas, 2019). Cómo resolver el problema de desplazamiento de un gran número de personas mayores es un problema difícil que muchos gobiernos enfrentarán. Debido a razones físicas, es difícil para las personas mayores viajar en automóvil solo, y su libertad está muy restringida. La conducción autónoma aporta soluciones a los problemas de viaje de la población de edad avanzada. Las personas mayores podrán viajar más libremente, lo que no solo aporta beneficios a la vida de las personas mayores, sino que también alivia enormemente la presión de los jóvenes.

El mercado de discapacitados también es sustancial. Según un estudio publicado por CDC (los Centros para el Control y la Prevención de

Enfermedades), en los Estados Unidos, por ejemplo, alrededor de 53 millones de adultos tienen una discapacidad, lo que representa alrededor del 22% de la población adulta. Alrededor del 13% de los adultos tienen problemas de movilidad y el 4,6% tienen problemas de visión. Todos enfrentamos el riesgo de tener una discapacidad en algún momento de nuestra vida. Es indispensable de resolver el problema de viaje de los discapacitados. En 2019, una empresa de conducción autónoma con sede en Coventry, Aurrigo, realizó una prueba de mini coche no tripulado de 6 meses en Brighton, Inglaterra, en que los veteranos participaron en esta prueba. La compañía espera que esto brinde una solución para los usuarios con discapacidades, de modo que ya no tengan dificultades para viajar entre su hogar y destinos distantes. Este experimento ha mostrado cómo la tecnología de conducción autónoma puede ayudar a las personas con problemas de salud y a las personas con discapacidad. En este experimento, Aurrigo evaluó cómo los conductores humanos ciegos interactúan con las funciones de control de voz, mejorando así las futuras funciones de automóviles sin conductor de la compañía para que las personas ciegas puedan controlar vehículos autónomos a través de la voz. No hay duda de que esto traerá enormes cambios en la vida de las personas con discapacidad.

Figura 4. El coche autónomo de Aurigo.



Fuente. Aurigo.⁴

Al juntar los números de las personas mayores y los de discapacitados se crea un mercado lo suficientemente grande para los vehículos autónomos. Ambos grupos valoran la independencia, y los vehículos autónomos les dan movilidad sin depender de amigos y familiares. Esta es la razón por la cual somos defensores bastante positivos sobre la llegada de los vehículos autónomos.

⁴ <https://aurigo.com/products/>

2.4 Los obstáculos de desarrollar el coche autónomo

Al igual que con cualquier tecnología nueva, aunque estos vehículos autónomos son actualmente una de las innovaciones tecnológicas más esperadas, sus desarrollos se enfrentan a unos obstáculos. Si bien resuelve nuestros problemas existentes, también trae consigo algunos problemas nuevos. Hay varios desafíos clave a medida que surgen los automóviles inteligentes. Esto incluye desafíos técnicos derivados del mal tiempo y las amenazas de piratería digital, así como obstáculos que requieren acciones institucionales o sociales, como mejoras en la infraestructura vial, asignación de espectro en banda ancha. Además, la aceptación del público también es muy importante. Cada uno de estos asuntos acarrea problemas para los vehículos autónomos y su éxito en el mercado.

2.4.1 Dilema moral, el coche autónomo no puede elegir cuando se enfrenta a una situación de dilema moral

El automóvil autónomo puede demostrar un éxito sin precedentes realizando miles de kilómetros sin ningún accidente. Sin embargo, su desventaja también es obvia: la falta de toma de decisiones tácticas humanas. Cuando se enfrenta a una situación altamente improbable que, sin embargo, es crítica, la máquina se enfrenta a entonces a una elección por la cual no fue diseñada. Los ingenieros aún no saben cómo puede reaccionar el ordenador en una situación extrema. Los humanos tienen una comprensión empática de cómo se comportan otros humanos cuando se enfrentan a circunstancias límite. Podemos imaginarnos a nosotros mismos en cada escenario, y

podemos imaginar límites sobre cómo podríamos reaccionar nosotros mismos, pero los automóviles autónomos son incapaces de tener la capacidad de empatizar (Noah J. Goodall, 2014).

En este punto se puede utilizar el ejemplo del *dilema del tranvía* para definir el dilema moral al que se enfrenta el coche autónomo. Como todos sabemos, como máquina, un coche autónomo no puede pensar, y todas sus decisiones se basan en programas que se han escrito. Por lo tanto, ante circunstancias especiales, la elección que tome el vehículo puede ser errónea. El ejemplo del dilema dice que, si el coche de repente se encuentra un camión grande en el carril derecho, en este momento, si el automóvil quiere evitar el choque con el camión grande, tiene que girar hacia la acera a la izquierda. Pero desafortunadamente, hay un niño jugando en esa acera izquierda. De acuerdo con el procedimiento establecido de antemano, es probable que el coche autónomo elija evitar el obstáculo más grande: el camión grande y golpear al niño que está jugando en la acera. Obviamente, esta es una elección inaceptable para la sociedad. Debido a que los autos autónomos no pueden emitir juicios de valor y elegir comportamientos de la misma manera que las personas, éste será un problema que debe resolverse con urgencia ante situaciones complejas. Aunque la situación anterior es un caso muy extremo, si se implementa un vehículo autónomo, especialmente en zonas de población muy densas, no es descabellado pensar que pueda pasar. Además, existen otras alternativas como “¿Qué pasa si un gato se encuentra con el camino? ¿Un ciervo? ¿Un niño? Hay tanto preguntas morales como mecánicas, y los ingenieros nunca habían tenido que responderlas antes”. Se necesitan decisiones éticas siempre que exista un riesgo, y el riesgo siempre

está presente al conducir. Para resolver este dilema, algunas personas insisten en diseñar un coche semi autónomo, que pueda emitir un comando de advertencia ante una situación compleja, lo que permitiría a los conductores humanos hacerse cargo de la conducción. Sin embargo, una gran cantidad de estudios han demostrado que con el desarrollo de tecnología de conducción autónoma, los humanos confiarán cada vez más en el automóvil y no prestarán atención a la carretera. Cuando ocurre una emergencia, si el conductor no actúa en consonancia, puede provocar graves daños tanto materiales como humanos. Por un lado, es muy probable que el conductor no tenga tiempo para reaccionar cuando está durmiendo o chateando con su amigo, y además, es probable que el conductor reaccione de forma exagerada por culpa de este shock no esperado. Por lo tanto, no parece factible depender de conductores humanos para ayudar a los coches autónomos a emitir juicios en situaciones complejas.

En generalidad, existen dos desafíos principales al formular una respuesta ética para un vehículo automatizado. El primero es el de articular los valores de la sociedad en una variedad de escenarios. Esto es especialmente difícil dado que la mayoría de las investigaciones sobre moralidad se centran en elecciones únicas con resultados conocidos, mientras que en la vida real los resultados son inciertos y hay varias opciones. El segundo desafío es traducir esta moral al lenguaje que una computadora puede entender sin la capacidad de un humano de discernir y analizar (Hancock, P.A., Nourbakhsh, I., Stewart, J., 2019). Actualmente, los especialistas han investigado el potencial de varias teorías morales para su uso en aplicaciones de ética de la máquina, incluidos el utilitarismo y la deontología. Estas dos teorías se han

discutido mucho como potenciales para el uso en los vehículos automatizados. Pero aún así, sigue habiendo diferentes obstáculos. En primer lugar, vamos a hablar de la deontología.

Las tres leyes de robótica de Asimov son un ejemplo bien conocido de ética deontológica. Estas tres leyes dicen así:

1. Un robot no hará daño a un ser humano o, por inacción, permitirá que un ser humano sufra daño.
2. Un robot debe hacer o realizar las órdenes dadas por los seres humanos, excepto si estas órdenes entran en conflicto con la 1ª ley.
3. Un robot debe proteger su propia existencia en la medida en que esta protección no entre en conflicto con la 1ª o la 2ª ley. (WIKIPEDIA, 2018)

Parece que estas leyes pueden proteger los seres humanos de manera eficaz. Pero los problemas aparecen cuando se reducen los valores humanos complejos a código binario, que es el que entienden los ordenadores. Las reglas generalmente requieren algo de sentido común en su aplicación, sin embargo, las computadoras sólo son capaces de interpretar hechos ya predeterminados. Estas malas interpretaciones pueden conducir a un comportamiento inesperado. En las leyes de Asimov un vehículo automatizado podría evitar frenar antes de una colisión porque esta acción primero daría un latigazo a sus ocupantes, violando así la primera ley que prohíbe el daño a los humanos. Las reglas se pueden ampliar o aclarar para cubrir diferentes situaciones, pero no está claro si existe un conjunto de reglas pueda abarcar todas las situaciones. El desarrollo de reglas también requiere que alguien articule la moral humana, una tarea excepcionalmente

difícil dado que nunca ha habido un acuerdo completo sobre la cuestión de lo que está bien y lo que está mal.

En cuando al utilitarismo, la ventaja de este método es que es fácilmente computable. Generalmente maximiza el beneficio colectivo en lugar de los beneficios individuales, y no considera la equidad. Sin embargo, es difícil definir una métrica para el resultado. Las estimaciones de daños a la propiedad pueden producir resultados injustos. Por un lado, como público queremos que el coche autónomo pueda sacrificar el conductor para asegurar la seguridad de la mayoría de los seres humanos cuando se enfrente a una situación muy compleja. Pero, por otro lado, como individuos o como propietarios de automóviles, esperamos internamente que, ante una dificultad, los coches autónomos den prioridad a la protección de nuestra propia seguridad. Como resultado, estamos en el dilema del prisionero. Si el coche autónomo quiere ser aceptado por el público, primero debe garantizar la seguridad del público, pero si el coche autónomo no puede garantizar la seguridad de los consumidores potenciales, nadie lo comprará. Ante situaciones extremas, las elecciones humanas a menudo se toman de forma instantánea, depende del nivel moral del individuo, y esto es difícil de definir.

2.4.2 División de responsabilidades

La tecnología de conducción autónoma puede traer cambios significativos a la vida humana, pero también conlleva serios desafíos a los reguladores de los distintos países. Para desarrollarse plenamente, el sector de vehículos autónomos debe abordar cuestiones sobre la responsabilidad legal. En este

momento, las compañías de seguros realizan evaluaciones de riesgo elaboradas basadas en la edad del conductor, la experiencia y similares. Como la mayoría de los accidentes son culpa de los humanos, se centran en quién tiene la culpa y quién debe ser considerado responsable del accidente. No está tan claro cómo evaluar la responsabilidad cuando no hay un conductor o el conductor depende de controles automatizados.

Dado que los coches autónomos no pueden completar la cobertura total del mercado en un instante, es previsible que los coches autónomos y coches tradicionales coexistirán por mucho tiempo en el futuro, y aunque los sistemas sin conductor sean considerados como seguros, es inevitable que haya colisiones con automóviles tradicionales. En este momento, surgen diferentes cuestiones como ¿quién debe asumir la responsabilidad del accidente? ¿el propietario del automóvil, el fabricante del automóvil o el desarrollador de software deben asumir la responsabilidad del accidente? ¿Cómo determinar la cantidad a pagar? Algunas personas piensan que las empresas relacionadas con los coches autónomos deberían ser totalmente responsables de los accidentes, es decir, fabricantes de automóviles o desarrolladores de software, ya que los pasajeros no tienen un rol activo en el accidente. En cuanto a la responsabilidad de esto, algunos fabricantes de automóviles han expresado su plena responsabilidad por el accidente. En octubre de 2016, Volvo anunció su responsabilidad por daños personales y materiales causados por su sistema de conducción totalmente automatizado. Al año siguiente, Audi también dijo que, si el automóvil Audi tenía un accidente en el modo de conducción automática, la compañía asumirá toda la responsabilidad. No estamos seguros de si estas declaraciones de

responsabilidad son solo estrategias de marketing o realmente confían en sus tecnologías, pero no importa cuán detallada y completa sea la tecnología en esta etapa, la conducción autónoma no puede evitar los accidentes de tráfico totalmente (Ben Kelley, 2017). Además, para los pasajeros que no controlan el volante o los frenos, no se garantiza necesariamente que el accidente no implique la responsabilidad de los pasajeros, cosa que puede llegar a ser injusta. También es posible que los pasajeros hagan un mal uso de ciertos comandos del coche, lo que provocará irremediablemente accidentes de tráfico. Todo esto conducirá a la evasión intencional de la responsabilidad de los pasajeros por accidentes de tráfico, y la exención reducirá el sentido de responsabilidad de los pasajeros, lo que será un gran desafío para la seguridad del tráfico de toda la sociedad. Así pues, con respecto a la división de responsabilidades en caso de accidente en un coche autónomo, la legislatura relevante debe actuar con cautela. Como país de origen de los principales fabricantes internacionales de automóviles como Audi, BMW, Mercedes-Benz, Porsche y Volkswagen, así como muchos proveedores de automóviles altamente innovadores, Alemania está en una posición de liderazgo en tecnología de conducción autónoma. Por lo tanto, podemos referirnos a la ley alemana correspondiente. El 12 de mayo de 2017, el Parlamento alemán aprobó una enmienda a la Ley alemana de tráfico rodado (Strassenverkehrs Gesetz, StVG), que estipula que Alemania permitirá que vehículos autónomos estén en la carretera a partir del 21 de junio de 2017. Alemania fue uno de los primeros países en permitir la conducción autónoma. Vale la pena señalar que la nueva ley no cambia el principio de distribución de las responsabilidades generales bajo la ley

alemana. Incluso si el vehículo está en modo de conducción automática, el conductor y el propietario aún deben asumir la responsabilidad. Sin embargo, si se puede demostrar que el conductor está usando legalmente el modo de conducción automática, puede quedar exento de esa responsabilidad. Según la nueva ley, los automóviles autónomos deben estar equipados con una "caja negra" para determinar si el conductor o el sistema de conducción autónomo controlan el vehículo cuando se produce el accidente. Esto ayuda a determinar si el accidente fue causado por el vehículo. Por lo tanto, al igual que con los accidentes de tráfico, la responsabilidad por el accidente debe determinarse por la situación en la que ocurre el accidente. Así pues, la doctrina alemana se contrapone a aquellos que creen que todos los accidentes son culpa de los fabricantes de automóviles o desarrolladores de software.

Además, la llegada de conducción autónoma inevitablemente tendrá un gran impacto en la industria de seguros. Cualquier tecnología que mejore el rendimiento de la seguridad del automóvil es buena para la sociedad, pero no es buena para la industria de seguros de automóviles. Si no hay un accidente, el seguro de automóviles no es necesario. De hecho, los propietarios de automóviles compran un seguro de automóvil originalmente para protegerse contra el pago de un posible accidente. Sin embargo, la aparición de la conducción autónoma reducirá en gran medida el error humano, reduciendo así la incidencia de accidentes de tráfico. Siguiendo esta teoría, la aparición de los coches autónomos pueden influir en gran medida los seguros de coche y esto conlleva inevitablemente, una adaptación de la nueva realidad por parte de las empresas aseguradoras.

2.4.3 Problemas técnicos y de privacidad

Tesla fue el pionero en incluir funciones de piloto automático y dirección automática. Gracias a los chips de Nvidia, su sistema de piloto automático puede mantener el automóvil en un carril y ajustar la velocidad en cada momento para evitar colisiones. Sin embargo, cuando apareció la primera muerte por culpa de un coche autónomo en mayo de 2016, Tesla tuvo que realizar una inspección a fondo de las causas. El software asociado con el sistema de frenado automático confundió el blanco del camión con un cielo brillante y, por lo tanto, al no reconocerlo como un vehículo no hizo nada para evitarlo y chocó con él (Vozpopuli, 2016). Este accidente suscitó en su momento una gran preocupación y demuestra que todavía hay muchos problemas técnicos en la conducción autónoma.

Además, debemos prestar atención a los problemas de privacidad. Dado que los vehículos sin conductor necesitan compartir información de su ubicación en tiempo real. Así pues, la manera de proteger la privacidad de aquellos que van en un coche autónomo es, sin duda, un tema a debatir. Los coches autónomos dependen de grandes cantidades de datos obtenidos de diferentes sensores y cámaras. Para que un coche autónomo salga a la carretera sin problemas, necesita conocer su propia ubicación y destino precisos, y necesita analizar continuamente el entorno que le rodea. Por esta causa están equipados con varios sensores que recopilan datos sobre el funcionamiento del vehículo y las condiciones del entorno. Estos sensores del vehículo recopilan datos sobre el entorno externo del vehículo, de modo que el automóvil autónomo pueda tomar decisiones en cada instante, prediciendo así, los cambios en el entorno. Además de recopilar información

sobre el entorno, los automóviles autónomos también pueden recopilar otra información relacionada con los usuarios del automóvil para mejorar la experiencia en la carretera. La generación y difusión de datos no se limita al automóvil en sí. El coche autónomo seguirá interactuando con otros vehículos en tiempo real y se intercambiarán datos entre ellos. Para que los coches autónomos funcionen eficientemente y brinden a los pasajeros una experiencia agradable, gracias al uso de sensores y la captación de grandes cantidades de datos, el ordenador puede tomar la decisión más correcta en cada momento.

Con el aumento del número de coches autónomos, más datos personales deberán integrarse en sus servicios. Otra cuestión clave es cómo usar estos datos personalizados. Si se desea utilizar las funciones de los coches autónomos, es necesario incluir los datos de localización precisos en tiempo real. Cuando el teléfono móvil está conectado al sistema informático del coche autónomo, éste también procesa el contenido de los mensajes del conductor. Así pues, la protección de la privacidad de los pasajeros de este tipo de vehículos, se ha convertido en una cuestión cada vez más importante. El coche autónomo, no solo dispone de la localización en tiempo real, sino que tendrá también almacenado el histórico de viajes de los pasajeros. Con estos datos, un tercero no solo conocerá la ubicación y el destino actuales del usuario, sino que también sabrá dónde ha estado el usuario. Los anunciantes serán capaces de identificar patrones de compra individuales mediante el análisis de los movimientos de los pasajeros. Las compañías de seguros podrán identificar los estilos de vida de las personas mediante el seguimiento de las actividades diarias o los hábitos alimenticios de los

usuarios (por ejemplo, si frecuentan o no restaurantes de comida rápida). La información de ubicación geográfica personal obtenida por los coches autónomos se convertirá en una herramienta poderosa para predecir qué hará cierto colectivo dentro de nuestra sociedad. La decisión de los usuarios de coches autónomos sobre dónde ir y a qué hora reflejan características sobre la personalidad, el comportamiento y las preferencias personales del usuario. El registro continuo de la información de los coches son motivos de preocupación, ya que diferentes empresas la utilizarán con fines comerciales, ya sea para marketing o campañas de publicidad teledirigida. Según nos vayamos aproximando a la era del coche autónomo estos datos serán más intrusivos, y cuanto más sensible sea esta información más se podrán lucrar las compañías como Google o Facebook, empresas que viven de la obtención de los datos con fines publicitarios.

En definitiva, los datos que es capaz de obtener el coche autónomo, y cómo los utilizarán las diferentes empresas, es un tema espinoso, que produce gran preocupación a una gran cantidad de potenciales compradores de este tipo de vehículos.

2.4.4 Aceptación de la sociedad

Aunque las ventajas de la conducción autónoma son notorias, hay muchas personas están más preocupadas por el daño potencial que traerá y no están dispuesto a aceptar esta nueva tecnología. En general, en relación a las nuevas tecnologías, especialmente aquellas donde cualquier problema

puede tener consecuencias fatales, provoca una gran falta de confianza e incluso rechazo en los consumidores. Algunos estudios han demostrado, en ciertos escenarios, las personas pueden asociar el término "tecnología" con situaciones catastróficas y potencialmente peligrosas que podrían comprometer su bienestar. Hoy en día, problemas críticos como posibles ataques de piratas informáticos o posibles fallos del sistema (Garfinkel, 2017; Nunes et al., 2018) pueden hacer que los clientes potenciales de coche autónomo se lo piensen dos veces antes de realizar la compra. Especialmente, el coche autónomo podrá hacer los clientes potenciales tienen una sensación de perder de poder y control. O, mejor dicho, el conductor percibirá que las situaciones ya no están bajo su control. La falta de seguridad y confianza respecto a esta tecnología son obstáculos claros para su expansión, el ser humano está acostumbrado a controlar el medio de transporte, y en esta ocasión es la primera que no tiene ningún tipo de control, es un cambio esencial, y llevará tiempo hasta que la sociedad sea capaz de aceptarlo. Necesitamos detectar cuales son las causas que frena la gente acepta esta tecnología y quienes son más dispuesta a abrazar el coche autónomo.

3. Análisis de la percepción y aceptación

pública del coche autónomo

La aceptación del coche autónomo es básica para su adopción. Por tanto, pasamos a analizar uno de los estudios realizados en España sobre este problema. Se trata pues, de un estudio publicado tanto en Safety Science y Data Brief, llamado Perceived safety and attributed value as predictors of the intention to use autonomous vehicles: A national study with Spanish drivers. Como bien refleja el título, se intenta definir qué parámetros socioeconómicos hacen que se pueda valorar en mayor o menor medida las ventajas del coche autónomo.

3.1 Datos

Los datos originales provienen de una página web que contiene una muestra de 1205 españoles conductores, de ellos el 44.6% son mujeres y el 55.4% son hombres, el intervalo de edad va entre los 18 hasta los 65 años. En nuestro artículo hemos usado los datos procedentes de la investigación que llevaron a cabo Luis Montoro, Sergio A. Useche, Francisco Alonso, Ignacio Lijarcio, Patricia Bosó-Seguí y Ana Martí-Belda.

3.2 Análisis

En la encuesta que realizan los investigadores, existen diferentes variables a analizar y es importante pararse un momento para analizar qué quiere decir cada una. La encuesta se divide en tres partes diferenciadas. La primera de ellas trata sobre la situación socioeconómica del encuestado, en este punto podemos hablar sobre la edad, el género, la ciudad donde vive y a qué se dedica. La segunda parte, trata variables relacionadas con la conducción, como por ejemplo, el grado de familiaridad con las nuevas tecnologías, las veces que utiliza el coche a la semana o el número de accidentes que ha tenido los últimos tres años, de esta manera, se logra perfilar los hábitos de conducción de cada participante. Por último, en la tercera parte, se pregunta sobre las percepciones de los conductores acerca de los coches autónomos, la seguridad, el valor percibido y la intención de compra del coche autónomo, cada una de estas variables se divide en 5 preguntas, y en cada una de ellas se utiliza una escala de Likert de 1 a 5. A grandes rasgos, esta es la encuesta que se propone contestar a los participantes.

Dentro de las variables de la tercera sección, existen cinco preguntas donde hay que cambiarles el signo, ya que cuando mayores son, más negativas son percibidas por los participantes, justamente al contrario de las demás variables, donde un número mayor equivale a más satisfacción.

Vamos a comprobar ahora si las matrices de datos que hemos creado con la anterior función son susceptibles de aplicar el método de análisis factorial.

Tanto el KMO como el Sphericity test, en ambas bases de datos salen como susceptibles a poderse llevarse a cabo el análisis factorial. Para data_int, tenemos un KMO de 0,72 y para safety de 0,84. Ambos conjuntos de datos tienen la suficiente correlación, así que no hay ningún problema para aplicar un análisis factorial.

Ahora pasamos a calcular la alpha de Cronbach para saber el grado de correlación entre las variables, hecho que es imprescindible para poder aplicar el análisis factorial.

Figura 5. Alpha de Safety.

Alpha data_safety								
raw_alpha	std.alpha	G6(smc)	average_r	S/N	ase	mean	sd	median_r
0,68	0.68	0.68	0.3	2.1	0.015	2.2	0.69	0.35

Como podemos observar, para safety, tenemos una alpha de 0.68, un dato curioso ya que es diferente al de la publicación original, donde los autores destacan que la alpha para safety es de 0.735. En todo caso, 0.68 es suficiente para confirmar que sí existe correlación entre las variables.

Figura 6. Alpha de Value.

Alpha data_value								
raw_alpha	std.alpha	G6(sm c)	average_r	S/N	ase	mean	sd	median_r
0.5	0.49	0.53	0.16	0.96	0.022	2.4	0.58	0.052

En este caso, tenemos un alpha de 0.5, cuando en el caso los autores muestran una alpha de 0.739, muy superior a la analizada en este trabajo. En todo caso, un valor de 0.5 suele ser suficiente para confirmar que existe correlación entre variables.

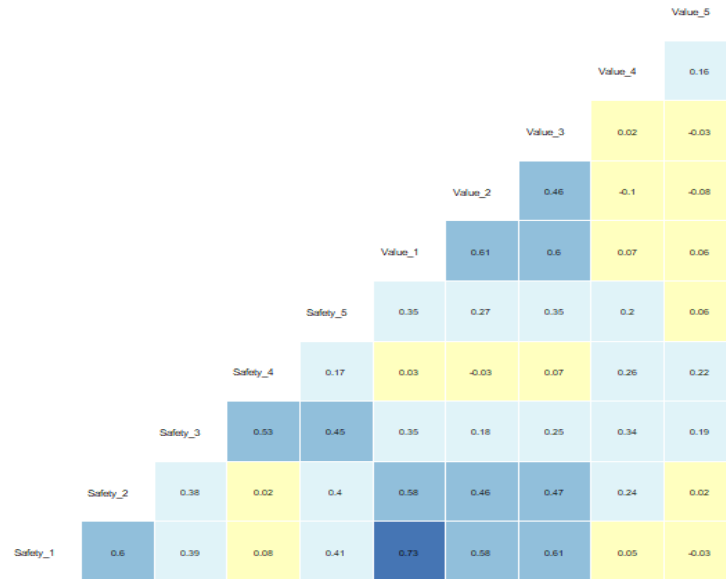
Figura 7. Alpha de Data.

Alpha data_intention								
raw_alpha	std.alpha	G6(sm c)	average_r	S/N	ase	mean	sd	median_r
0.71	0.72	0.7	0.34	2.5	0.013	2.8	0.86	0.3

Por último, para intention tenemos una alpha de 0.71, en comparación con la alpha que muestra el artículo que es de 0.929. Otra vez vuelve a haber diferencia entre ambas estimaciones. En cada una de las escalas se llega a una alpha mínima de 0.5, con lo que se puede considerar que hay correlación en todos los ítems que forman cada una de las escalas.

Para poder llevar a cabo un ACP, es necesario que las variables entre ellas tengan correlación, así pues pasamos a mostrar las correlaciones que hay entre variables en los siguientes gráficos

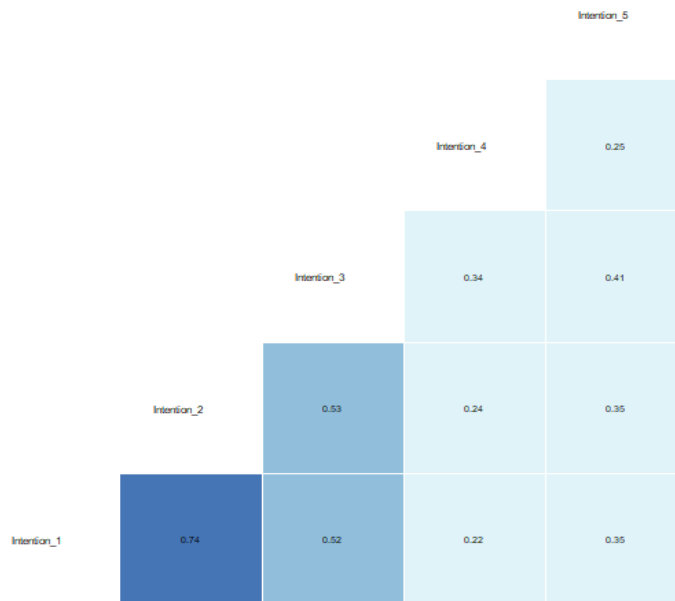
Figura 8. Correlación entre safety y value.



Una vez observado el gráfico anterior, se puede comprobar que entre safety y value existe correlación. Tiene lógica, ya que a mayor seguridad, mayor valor es percibido por el consumidor, así pues hay varias variables con correlaciones superiores al 0.5, como por ejemplo, value 1 con safety 1 tiene correlación de 0.73 o value 2 con safety 1 que tiene correlación de 0.58.

Ahora comprobaremos las correlaciones entre las diferentes variables que forman el subgrupo intention.

Figura 9. Correlación entre las diferentes subvariables de intention.

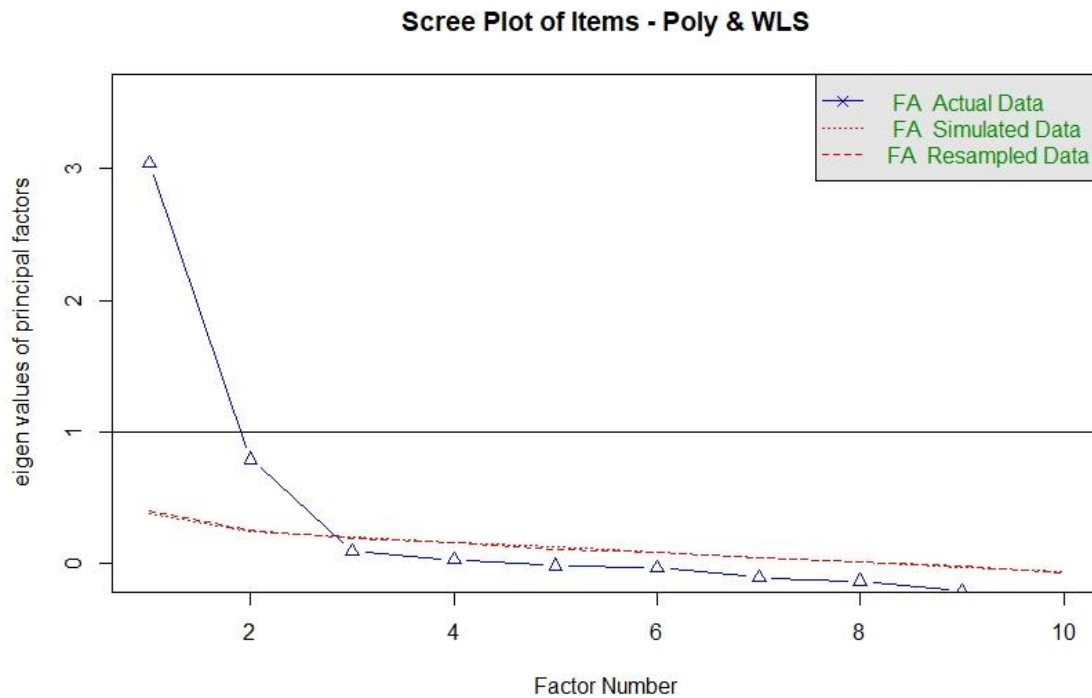


En este caso también podemos observar que existe correlación entre ellas, especialmente entre *intention 1* y *intention 2* con 0.74 y entre *intention 3* y *intention 2* con 0.53. Al haber correlación es posible aplicar el análisis factorial.

Ahora pasamos a hacer el un test para saber cuántos factores son los óptimos para las variables *safety* y *value*. Utilizamos el test *Cattell's Scree Test* implementado en la función `fa.parallel` del paquete `Psycho`.

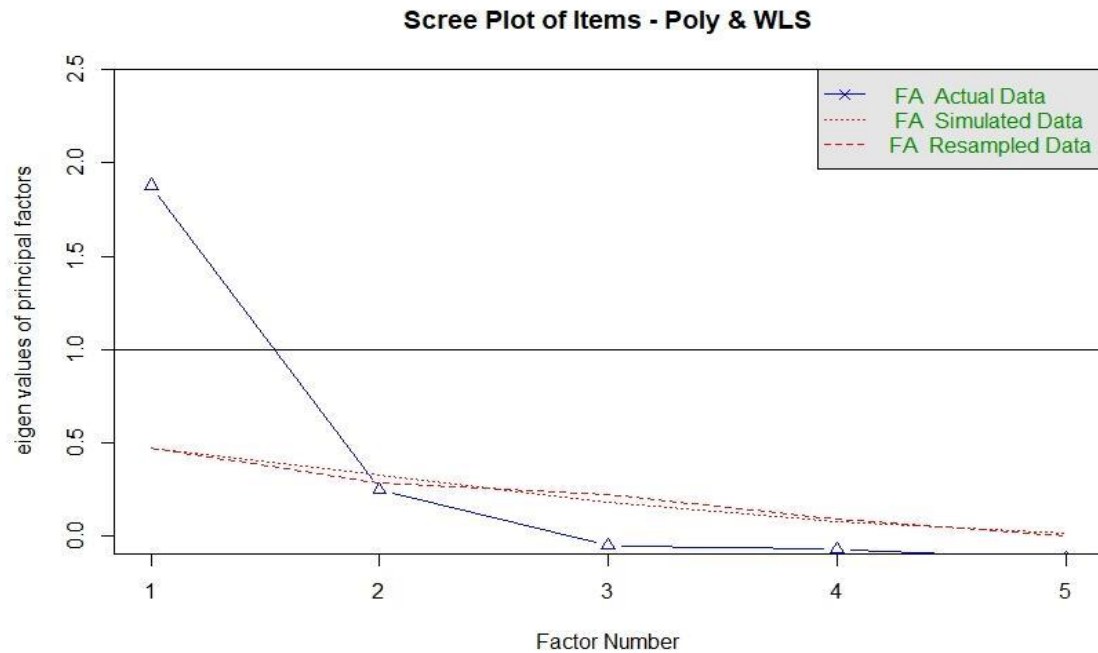
```
fa.parallel(data_saf_val, fm="wls", fa = "fa",  
            main = "Scree Plot of Items - Poly & WLS")
```

Figura 10. Número de factores necesarios para safety.



Podemos observar que la línea roja corta en el número 2, por tanto dos factores el número adecuado para hacer el análisis factorial. Ahora pasamos a hacer lo mismo para *intention*.

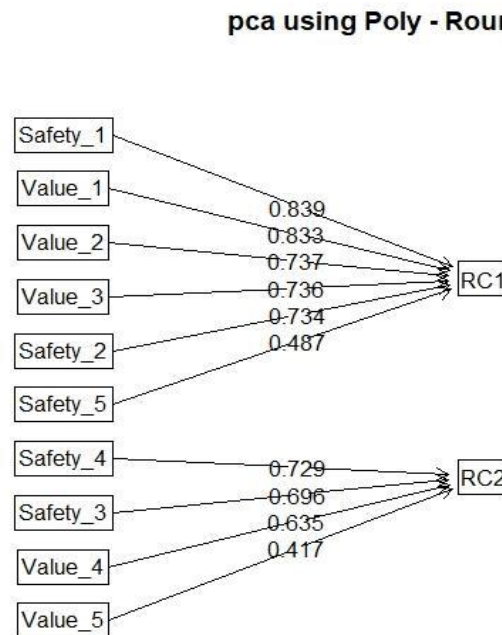
Figura 11. Número de factores necesarios para intention.



En este caso, la línea roja corta en el número 1, por tanto necesitamos un único factor para estimar la variable intención.

Por tanto, ahora hacemos el análisis factorial pero por componentes principales, que serán dos componentes para *safety* y *value*, y una para *intention*.

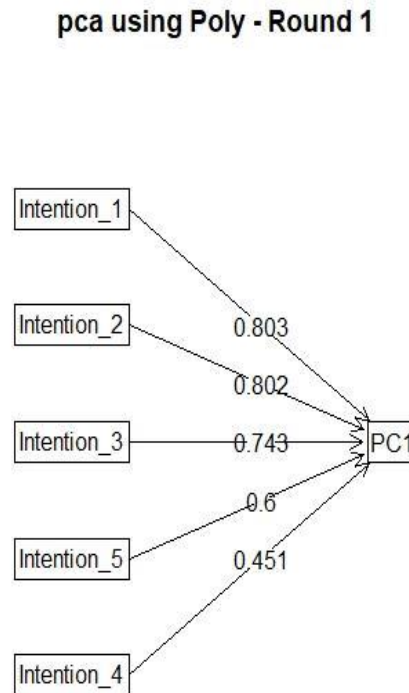
Figura 12. Resumen de los loading de las variable safety y value para componente 1 y 2.



Es en este gráfico podemos observar los *loadings* para cada una de las componentes principales que hemos estimado. Se muestra que las variable que está menos correlacionada con la componente RC1 es *safety_5*, y la que está menos correlacionada con la segunda componente es *value_5*, con un 0.487 y un 0.417 respectivamente.

Ahora hacemos lo mismo para *intention*, de esta manera podemos observar en qué proporción cada una de las variables está representada en la componente que hemos creado. Es importante mencionar que tanto para el RC1 como para el RC2, hay mezcladas variables *safety* y *value*, eso es debido a que entre ellas también existe una gran correlación, por tanto es del todo lógico que al realizar el análisis factorial, se mezclen entre ellas. El RC1 representa los beneficios de la conducción autónoma, y en cambio, el RC2 representa los riesgos o costes de este tipo de modo de transporte.

Figura 13. Resumen de los loadings de intention para la componente 1.



Tal y como se refleja en el gráfico, en este caso correlación más alta con la componente es la de *intention_1* con un 0.803, y en cambio la menos correlacionada es la de *intention_4* con solo un 0.451.

Vamos a analizar ahora el efecto de los loadings cada variable en cada una de las componentes principales.

Figura 14. Matriz de estructura.

Variable	RC1	RC2
Safety_1	0.839	
Safety_2	0.734	
Safety_3	0.417	0.696
Safety_4		0.729
Safety_5	0.487	0.381
Value_1	0.833	
Value_2	0.737	-0.178
Value_3	0.736	
Value_4		0.635
Value_5		0.417

Observando la tabla es interesante destacar que la *variable_2* afecta negativamente a la segunda componente, es decir, cuando aumenta esta variable, no solo el valor de la conducción autónoma sube, sino que también baja el riesgo percibido. Otras variables como la de *safety_5* que afectan positivamente a ambas componentes principales.

3.3. Determinantes de utilizar el coche autónomo

Ahora utilizaremos un modelo de regresión mixta para estimar el coste y los beneficios del coche autónomo y también la intención de compra.⁵ Al utilizar el modelo de regresión mixta, suponemos que nuestra base de datos está formada por grupos heterogéneos, en el sentido de cómo influye el *safety benefits* y el *coste en intention*.

Estimamos el modelo $\text{Int_score} \sim \text{SafetyBenefits} + \text{Cost}$.

Para llevarlo a cabo utilizaremos la librería flexmix. En primer lugar, hay que identificar el número de clusters que queremos utilizar. En primer lugar probamos con único clúster y analizamos el AIC y el BIC, estos dos valores cuanto menores sean, más robusto será nuestro modelo.

Para $K=1$, el $\text{AIC}=2790$ y $\text{BIC}=2811$.

Cuando identificamos a dos grupos tenemos, el $\text{AIC}=2763$ y $\text{BIC}=2809$, el tamaño de cada cluster es de 1139 y 66 muestras respectivamente.

Cuando estimamos el modelo para $K=3$, el $\text{AIC}=2754$ y el $\text{BIC}=2826$. En este caso el tamaño de cada uno de los clusters es 541, 549 y 115.

Como podemos observar para $K=3$ el AIC es más bajo que en K igual a 2, pero en cambio el BIC es mayor. Nos quedamos con $K=3$, por tener más grupos menos dispares, ya que para $K=2$, tenemos un grupo de 1139 y otro de 66,

⁵ *The determinants behind the acceptances of autonomous vehicles: A Systematic Review*
<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/5/1719/pdf>

con lo que queda muy descompensado y es difícil llegar a alguna conclusión de las características de cada grupo.

Figura 15. Coeficientes de cada una de las variables en cada componente.

Para Componente 1				
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.320778	0.139484	-2.2998	0.02146 *
SafetyBenefits	0.683955	0.048491	14.1048	< 2.2e-16 ***
Cost	0.297038	0.045660	6.5054	7.75e-11 ***

Para Componente 2				
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	0.280102	0.076096	3.6809	0.0002324 ***
SafetyBenefits	0.758258	0.052776	14.3674	< 2.2e-16 ***
Cost	0.028224	0.081165	0.3477	0.7280406

Para Componente 3				
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	0.43308	0.260870	1.6601	0.09689
SafetyBenefits	0.206859	0.300466	0.688	0.49116
Cost	0.030836	0.105191	0.2931	0.76941

Con este modelo, podemos observar los coeficientes de cada una de las componentes que lo forman. En la primera componente, tanto *safetybenefits* como *cost* son significativas, pero *cost* en mayor medida, es decir, es una combinación de ambas variables. En cambio, para la componente dos tenemos *safety benefits* como la única variable que es

significativa, así que un participante que forme parte de esta componente tendrá como prioridad los beneficios de la seguridad para aumentar su

intención de compra. Por último, en la tercera componente ninguna de las variables es significativa.

Ahora haremos el mismo modelo, pero añadiendo los años de carnet y la familiaridad con las nuevas tecnologías de la información.

Figura 16. Coeficientes de cada una de las variables en cada componente para el modelo con Interaction_ICTs y License_Years.

Primera Componente				
	Estimate	Std.Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	0.480200	0.288083	1.6669	0.09554
SafetyBenefits	0.779991	0.043428	17.9604	<2e-16***
Cost	0.035355	0.058437	0.6050	0.54517
Interaction-ICTs	-0.017936	0.074433	-0.2410	0.80958
License-Years	-0.053427	0.076987	-0.6940	0.48770

Segunda Componente				
	Estimate	Std.Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.629080	0.411515	-1.5287	0.126341
SafetyBenefits	0.267883	0.123908	2.1620	0.030622*
Cost	0.016588	0.079229	0.2094	0.834158
Interaction-ICTs	-0.054746	0.078237	-0.6998	0.484082
License-Years	0.420243	0.140355	2.9941	0.002752**

Tercera Componente				
	Estimate	Std.Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.175774	0.259189	-0.6782	0.49766
SafetyBenefits	0.714351	0.038921	18.3541	< 2.2e-16 ***
Cost	0.280910	0.045218	6.2123	5.22e-10 ***
Interaction-ICTs	0.106845	0.042080	2.5391	0.01111 *
License-Years	- 0.133823	0.086234	-1.5519	0.12070

En este caso, el primer segmento, la variable significativa es *safety benefits*, con un coeficiente de 0.77, todas las demás tienen coeficientes muy bajos. En el segundo grupo, podemos observar la importancia de los años de carnet, ya que éste se convierte en una variable significativa para la componente, *safety benefits* aún sigue siendo importante, pero no tanto como en la primera componente. Por último, en la tercera componente, las variables significativas son *safety benefits* y *cost* y ya en menor medida la familiaridad con las nuevas tecnologías.

En definitiva, podemos destacar que al añadir las dos nuevas variables, éstas nos añaden algo de información, especialmente en la segunda componente, pero tampoco son decisivas para el modelo.

Ahora tenemos que comprobar si entre los tres clusters existe o no heterogeneidad. Si existe, podremos hacer estrategias de marketing personalizadas.

3.4. Descripción de los segmentos

En primer lugar, pasaremos a analizar el número de accidentes que han tenido los participantes en los últimos tres años. De esta manera, podremos comprobar si existen diferencias entre los clusters de personas.

Figura 17. Cuadro de las diferentes variables clasificadas por segmentos.

Tabla de las diferentes variables por segmentos				
	1	2	3	p test
n	775	127	303	
Gender = 1 (%)	435 (56. 1)	69 (54.3)	163 (53.8)	0.76
Age_Years (mean (SD))	40.14 (11.56)	42.17 (11.08)	41.04 (10.90)	0.12
Age_Interval (%)				0.558
2	83 (10.7)	9 (7.1)	21 (6.9)	
3	174 (22.5)	26 (20.5)	71 (23.4)	
4	234 (30.2)	39 (30.7)	86 (28.4)	
5	198 (25.5)	37 (29.1)	91 (30.0)	
6	86 (11.1)	16 (12.6)	34 (11.2)	

RegionA (%)		0.1	
1	134 (17.3)	24 (18.9)	58 (19.1)
2	20 (2.6)	3 (2.4)	10 (3.3)
3	21 (2.7)	2 (1.6)	6 (2.0)
4	15 (1.9)	3 (2.4)	8 (2.6)
5	35 (4.5)	2 (1.6)	11 (3.6)
6	12 (1.5)	2 (1.6)	3 (1.0)
7	50 (6.5)	7 (5.5)	18 (5.9)
8	30 (3.9)	9 (7.1)	19 (6.3)
9	115 (14.8)	27 (21.3)	48 (15.8)
10	93 (12.0)	13 (10.2)	24 (7.9)
11	20 (2.6)	3 (2.4)	9 (3.0)
12	55 (7.1)	7 (5.5)	21 (6.9)
13	93 (12.0)	12 (9.4)	43 (14.2)
14	24 (3.1)	3 (2.4)	10 (3.3)
15	15 (1.9)	3 (2.4)	0 (0.0)
16	34 (4.4)	7 (5.5)	13 (4.3)

17	9 (1.2)	0 (0.0)	2 (0.7)	
City_Size (%)				0.406
1	60 (7.7)	6 (4.7)	30 (9.9)	
2	135 (17.4)	20 (15.7)	53 (17.5)	
3	115 (14.8)	21 (16.5)	36 (11.9)	
4	84 (10.8)	17 (13.4)	44 (14.5)	
5	381 (49.2)	63 (49.6)	140 (46.2)	
Education (%)				0.673
2	60 (7.7)	12 (9.4)	19 (6.3)	
3	146 (18.8)	19 (15.0)	60 (19.8)	
4	194 (25.0)	28 (22.0)	67 (22.1)	
5	128 (16.5)	24 (18.9)	46 (15.2)	
6	247 (31.9)	44 (34.6)	111 (36.6)	
ACCIDENTS (mean (SD))				0.17 (0.45) 0.16 (0.46) 0.19 (0.56) 0.75
Interaction_ICTs (%)				0.047
1	24 (3.1)	7 (5.5)	17 (5.6)	
2	313 (40.4)	57 (44.9)	140 (46.2)	

3	230 (29.7)	26 (20.5)	87 (28.7)
4	169 (21.8)	30 (23.6)	45 (14.9)
5	39 (5.0)	7 (5.5)	14 (4.6)
Km_Day (%)			0.877
12	178 (23.0)	22 (17.3)	63 (20.8)
13	323 (41.7)	57 (44.9)	130 (42.9)
14	200 (25.8)	34 (26.8)	79 (26.1)
15	74 (9.5)	14 (11.0)	31 (10.2)
License_Years (%)			0.018
1	87 (11.2)	13 (10.2)	23 (7.6)
2	131 (16.9)	9 (7.1)	45 (14.9)
3	557 (71.9)	105 (82.7)	235 (77.6)
Frequency (%)			0.086
1	97 (12.5)	14 (11.0)	25 (8.3)
2	129 (16.6)	20 (15.7)	49 (16.2)
3	193 (24.9)	43 (33.9)	98 (32.3)
4	356 (45.9)	50 (39.4)	131 (43.2)

Vehicle (%)				0.001
1	720 (92.9)	116 (91.3)	276 (91.1)	
2	40 (5.2)	8 (6.3)	6 (2.0)	
3	12 (1.5)	2 (1.6)	14 (4.6)	
4	3 (0.4)	1 (0.8)	7 (2.3)	

En el cuadro anterior resumimos todas las variables que nos pueden ayudar a hacer un perfil de cada uno de los clusters. De esta manera, podremos aplicar estrategias de marketing concretas para cada uno, con tal de expandir el uso del coche autónomo dentro de la sociedad.

Si nos fijamos en el P value, solo existen 3 variables significativas, que son *Interaction ICTS*, con un p value de 0,047, *Vehicle* con un p value de 0,001 y por último, *License_years* con un p value de 0,018. Así pues para realizar nuestra caracterización de cada segmento nos centraremos en esta en estas tres variables donde existen diferencias significativas entre segmentos.

Puesto que la diferencia nos es muy grande, tal i como vemos en el cuadro es muy difícil hacer un análisis, así pues se procederá a hacer una transformación de cada uno de los datos de las variables, para de este modo, poder observar con más facilidad la sobrerrepresentación o subrepresentación de cada una de ellas.

Para poder ver más claramente la asociación, si existe, entre las variables descriptivas y los segmentos (clusters) vamos a calcular los perfiles fila y después los dividiremos por las proporciones que representan los segmentos. Ese cociente será superior a 1 si el nivel de la categoría está sobre

representado en el segmento, menor a 1 si está sub representado y alrededor de 1 si no existe asociación entre la variable categórica y los segmentos.

Pasamos a hacer una tabla con las tres variables correspondientes para realizar un análisis de cada una de las características de los segmentos.

Figura 18. Ponderación de cada variable en cada uno de los segmentos.

Segmentos				
Clusters	1	2	3	Total
	Todos	Experimentados	Conduc. Veh. pesados	
	Seguridad	Seguridad	Beneficios/riesgos	
License_years				
0-<5 años	1,1	1,0	0,7	1,0
5-10 años	1,0	0,5	1,3	1,0
Más de 10 años	0,9	2,4	1,1	1,0
Total	1,0	0,9	1,0	1,0
Interacción ICTS				
Exp Nula	0,78	1,38	1,41	1,0

Muy escasa	0,95	1,06	1,09	1,0
Moderada	1,04	0,72	1,01	1,0
Alta	1,08	1,17	0,73	1,0
Muy Alta	1,01	1,11	0,93	1,0
Total	1,00	1,00	1,00	1,0
Tipo de vehículo				
Coche privado	1,02	0,91	1,00	1,0
Motocicleta y similares	1,16	1,36	0,44	1,0
Camioneta	0,67	0,64	2,00	1,0
Vehículos pesado	0,42	0,82	2,56	1,0
Total	1,00	1,00	1,00	1,0

En primer lugar, si analizamos la parte de *License_years*, podremos comprobar que el segmento 2, es el que tiene más sobre representación a los conductores con mayor número de años de carnet, se trata de conductores expertos conscientes de los riesgos que tiene el conducir un coche. El segmento 1 en cambio, cada uno de las variables están equilibradas ya que todas son de alrededor de 1. Por último, el segmento 3, es el perfil de

5 a 10 años de carnet el que está más sobrerrepresentado, es decir, el conductor medio, ni experto ni inexperto.

En lo que se refiere, a *Interaction_ICTS*, los miembros del segmento 2, son sin duda los que están más familiarizados con las nuevas tecnologías, ya que están sobreponderados, tanto en muy alto como en alto. El segmento 1 no destaca en nada, en cambio el segmento 3 concentra la gran mayoría de personas que no están muy familiarizados con la tecnología.

Por último, en tipo de vehículo, el segmento 3, claramente este sobrerrepresentado tanto la camioneta como los vehículos pesados, es decir son conductores profesionales, que viven del hecho de conducir seguramente. Tanto el segmento 1, está sobreponderado tanto el coche como especialmente la motocicleta, y en el segmento 2, básicamente el vehículo más sobreponderado son las motocicletas, con lo que en una gran parte son motoristas que probablemente valoran con gran importancia la seguridad.

Así, pues pasamos a clasificar cada uno de los segmentos, en el segmento 3 que es el de los conductores profesionales, podemos decir que valoran tanto el coste como la seguridad a la hora de comprar un coche autónomo, ya que lo utilizan como una herramienta de trabajo. En el segmento 1, que son las personas familiarizadas en ICTS, podemos decir que a mayor percepción de seguridad, aumentará su intención de compra. Y por último, el segmento 2, que son conductores expertos, podemos decir que son más conscientes de los riesgos de conducir, y por tanto, a mayor experiencia de conducción, más es su intención de compra.

3.5. Utilidad para el Marketing

Con la información que nos da cada uno de los segmentos, podemos aplicar estrategias de marketing para aumentar la aceptación y el uso del coche autónomo. Para llevar a cabo tal objetivo, queda claro que el factor seguridad es muy importante, se debería hacer trabajo de pedagogía con la población, para que se dieran cuenta de lo seguros que son los coches autónomos, y que si todo el mundo utilizase este tipo de utilitarios, los accidentes de coche se reducirían en gran medida. Otro de los aspectos positivos que se tendría que destacar es el hecho de que el vehículo autónomo es mucho más eficiente que el tradicional, contaminaría menos, ya que se minimizaran los atascos y sobretodo, puede convertirse en un elemento crucial para aquellas personas con movilidad reducidas, especialmente discapacitados y ancianos. Las empresas, deben hacer un esfuerzo de marketing y enfatizar todos estos aspectos positivos, de otro manera seguirá inundando el escepticismo entre las masas.

Cabe destacar, que si se quiere atacar un público más pudiente, ya que el coche autónomo no será precisamente barato al principio, es de suma importancia la seguridad, ya que como hemos visto anteriormente a más años de carnet más importante es este factor. En cambio, si el enfoque es un conductor profesional, el coste toma más relevancia, y se debería esperar a tener precios más competitivos para atacar a este segmento.

La familiaridad con las nuevas tecnologías es un punto a favor para estar más dispuesto a aceptar este tipo de transporte, así pues, el enfoque debería ir

también dirigido a los más *geeks*, con suficiente poder adquisitivo para hacer una adquisición de esta envergadura.

4. Conclusión

La movilidad es un requisito previo importante para el desarrollo social, cultural y económico. También se está volviendo asequible para un número cada vez mayor de personas en todo el mundo. El coche privado se ha convertido en el modo de transporte más utilizado, y las previsiones indican que seguirá siendo así en el futuro. Sin embargo, el crecimiento de la población y la urbanización han llevado a un volumen creciente de tráfico en todo el mundo, causando problemas en las zonas urbanas y rurales. A esta tendencia, se le suma el hecho de que los recursos son limitados, y que la protección ambiental es cada vez más importante. Es necesario desarrollar un transporte que pueda cubrir las necesidades de las personas, pero a la vez que sea sostenible. Gracias al desarrollo de la conducción autónoma, encontramos una solución para aliviar la congestión, reducir la contaminación del medioambiente y por último, otorgar una manera de moverse para aquellas personas discapacitadas o con movilidad reducida.

En la actualidad, Europa mantiene pruebas en niveles de conducción autónoma de niveles 2 y 3. Estados Unidos por contra, va más avanzado y ya ha realizado pruebas en niveles 3 y 4. Es evidente que la conducción autónoma está cambiando las rutas de hoja de toda la industria del

automóvil. Las nuevas asociaciones y ecosistemas creados en torno a tecnologías y servicios están preparando un escenario realmente muy emocionante y desconocido. En nuestro artículo, descubrimos que la conducción autónoma aún enfrenta una situación muy difícil. Además de los problemas técnicos, la actitud pública es un factor muy importante.

Con tal de hacer más popular el coche autónomo, la industria se enfrenta a diferentes retos ya que debe intentar que la sociedad acepte el coche autónomo para lograr la expansión de éste. Tal y como se puede comprobar en la diferente bibliografía, existe resistencia en la sociedad para aceptar el coche autónomo, ya sea por el precio o por la falta de percepción de la seguridad del coche autónomo, así pues, las empresas automovilísticas deben aplicar diferentes estrategias de marketing con tal de que aumente la aceptación del coche autónomo en la sociedad.

Tal y como se comprueba en el análisis realizado, existen diferentes variables que afectan a la aceptación o no de esta nueva tecnología, como por ejemplo, la familiaridad con las nuevas tecnologías, los años de carnet, la percepción de la seguridad del coche autónomo y su coste. Es decir, las empresas manufactureras del coche autónomo deben enfatizar las bondades del coche autónomo, haciendo hincapié en la seguridad e intentando rebajar el coste, de esta manera un público mucho mayor podrá aceptar esta tecnología.

Una vez hecho el análisis de segmentos, se puede destacar que existen diferencias entre los tres segmentos analizados. Existe un segmento de conductores profesionales, donde tanto el coste como la seguridad son

importantes. También existe un grupo de personas, conductores expertos donde a mayor experiencia, más aumenta la intención de compra. Por último, que sería la persona media, que son aquellos que a cuanta más seguridad ofrece el coche más intención tienen para adoptar el coche autónomo.

Las empresas productoras de coches deberían aprovechar estos datos para hacer estrategias de marketing personalizadas, por ejemplo, al principio, enfocar sus esfuerzos de marketing a aquellas personas que tienen muchos años de experiencia y están familiarizados con las nuevas tecnologías, este perfil es ideal para comenzar a adoptar el coche autónomo. enviándoles un mensaje donde se enfatiza la seguridad. Esta sería la manera, para poder ir ocupando los diferentes nichos de mercado, hasta poder convertir el coche autónomo en una herramienta asequible e indispensable para todo el mundo.

5. Bibliografía

[1] N. Charness, J.S. Yoon, D. Souders, C. Stothart, C. Yehnert, Predictors of attitudes toward autonomous vehicles: the roles of age, gender, prior knowledge, and personality, *Front. Psychol.* 9 (2018) 2589, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02589>.

[2] C.J. Haboucha, R. Ishaq, Y. Shiftan, User preferences regarding autonomous vehicles, *Transp. Res. C Emerg* 78 (2017) 37e49, <https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.01.010>.

[3] M. Raue, L.A. D'Ambrosio, C. Ward, C. Lee, C. Jacquillat, J.F. Coughlin, The influence of feelings while driving regular cars on the perception and acceptance of self-driving cars, *Risk Anal.* 39 (2019) 358e374, <https://doi.org/10.1111/risa.13267>.

[4] L. Montoro, S.A. Useche, F. Alonso, I. Lijarcio, P. Bos ? o-Seguí, A. Martí-Belda, Perceived safety and attributed value as predictors of the intention to use autonomous vehicles: a national study with Spanish drivers, *Saf. Sci.* 120C (2019), <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.07.041>.

[5] Favarò, F., Eurich, S., Nader, N., 2018. Autonomous vehicles' disengagements: Trends, triggers, and regulatory limitations. *Accid. Anal. Prev.* 110, 136–148. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.11.001>.

[6] Fleetwood, J., 2017. Public Health, Ethics, and Autonomous Vehicles. *Am. J. Public Health* 107 (4), 532–537. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2016.303628>.

[7] Hancock, P.A., Nourbakhsh, I., Stewart, J., 2019. On the future of transportation in an era of automated and autonomous vehicles. *PNAS* 116 (16), 7684–7691. <https://doi.org/10.1073/pnas.1805770115>.

- [8] Hevelke, A., Nida-Rümelin, J., 2015. Responsibility for crashes of autonomous vehicles: an ethical analysis. *Sci. Eng. Ethics* 21 (3), 619–630. <https://doi.org/10.1007/s11948-014-9565-5>.
- [9] Hulse, L.M., Xie, H., Galea, E.R., 2018. Perceptions of autonomous vehicles: relationships with road users, risk, gender and age. *Saf. Sci.* 102, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.10.001>.
- [10] Kaur, K., Rampersad, G., 2018. Trust in driverless cars: Investigating key factors influencing the adoption of driverless cars. *J. Eng. Tech. Manage.* 48, 87–96. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2018.04.006>.
- [11] Kelley, B., 2017. Public health, autonomous automobiles, and the rush to market. *J. Public Health Policy* 38 (2), 167–184. <https://doi.org/10.1057/s41271-016-0060-x>. Kluge, J., Kowalewski, S., Ziefle, M., 2015. Inside the users mind - Perception of risks and benefits of unknown technologies, exemplified by geothermal energy. In: *International Conference on Digital Human Modeling and Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management*, pp. 324–334.
- [12] Bonnefon, J.-F., Shariff, A., and Rahwan, I. (2016). The social dilemma of autonomous vehicles. *Science* 352, 1573–1576. doi: 10.1126/science.aaf2654
- [13] Gao, P.; Kaas, H.-W.; Mohr, D.; Wee, D. *Automotive Revolution: Perspective towards 2030: How the Convergence of Disruptive Technology-Driven Trends Could Transform the Auto Industry*; Advanced Industries; McKinsey & Company: New York, NY, USA, 2016.
- [14] Owczarzak, L.; Zak, J. Design of passenger public transportation solutions based on autonomous vehicles and their multiple criteria comparison with traditional forms of passenger transportation. *Transp. Res. Procedia* 2015, 10, 472–482. [CrossRef]
- [15] Niveles de conducción autónoma: cuáles son y cuándo llegan <https://es.motor1.com/news/338087/niveles-conduccion-coche-autonomo/> [Visitado el 25 de marzo]

- [16] Por qué lo que Tesla y otros llaman "piloto automático" no es realmente un coche autónomo <https://www.xataka.com/inteligencia-artificial/que-que-tesla-otros-llaman-piloto-automatico-no-realmente-coche-autonomo> [Visitado el 20 de marzo]
- [17] ¿Qué es el ESP? <https://www.motor.es/que-es/esp> [Visitado el 22 de abril]
- [18] Brell, T., Philipsen, R., Ziefle, M., 2018. sCARY! Risk perceptions in autonomous driving: the influence of experience on perceived benefits and barriers. *Risk Anal.* 39 (2), 342–357. <https://doi.org/10.1111/risa.13190>.
- [19] N. J. Goodall, "Ethical Decision Making During Automated Vehicle Crashes," submitted for publication, 2013.
- [20] Las tres leyes de Asimov aplicadas a la comunicación <https://www.fabulasdecomunicacion.es/2017/12/27/las-tres-leyes-de-asimov-aplicadas-la-comunicacion/> [Visitado el 25 de abril]
- [21] Los coches conectados y la privacidad: un campo peligroso https://www.elespanol.com/omicrofono/tecnologia/20180301/coches-conectados-privacidad-campo-peligroso/288722652_0.html [Visitado el 5 de abril]
- [22] Darrell M. West , Moving forward: Self-driving vehicles in China, Europe, Japan, Korea, and the United States, center for Technology Innovation at BROOKINGS, 2016
- [23] Fagnant, D.J., Kockelman, K.M., 2015. Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations for capitalizing on self-driven vehicles. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 77, 167e181.
- [24] Jing, Peng, et al. "The Determinants behind the Acceptance of Autonomous Vehicles: A Systematic Review." *Sustainability* 12.5 (2020): 1719.
- [25] Towards Autonomous Cars
<https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/2667317.2667330> [Visitado el 12 de abril]
- [26] Self-driving cars: Autonomous driving levels explained <https://www.pocket-lint.com/cars/news/143955-sae-autonomous-driving-levels-explained>